

Markku Turunen (toim.)

**Pieniä
tietojenkäsittelytieteellisiä
tutkimuksia**

Kevät 2005



TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
TAMPEREEN YLIOPISTO

D-2005-1

TAMPERE 2005

TAMPEREEN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
JULKAISUSARJA D – VERKKOJULKAISUT
D-2005-1, SYYSKUU 2005

Markku Turunen (toim.)

**Pieniä
tietojenkäsittelytieteellisiä
tutkimuksia**

Kevät 2005

TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
33014 TAMPEREEN YLIOPISTO

ISBN 951-44-6291-2
ISSN 1795-4274

Lukijalle

Tähän julkaisuun on koottu kevätlukukaudella 2005 pitämälläni tutkimuskurssilla tehdyt 33 tutkielmaa. Työt käsittelevät monipuolisesti ajankohtaisia aiheita mm. vuorovaikutteisen teknologian, käyttöliittymien ohjelmistokehityksen, ohjelmistojen ja tietojärjestelmien alueilta.

Toimittaja

Sisällysluettelo

Henri Aalto: <i>Puheentunnistuksen ongelmat mobiililaiterympäristöissä</i>	1
Pekka Erma: <i>Digitaalisen musiikin jakaminen verkossa</i>	12
Henna Heikkilä: <i>Jokapaikan tietotekniikan sovellusten luokittelu</i>	21
Noora Hirvijoki: <i>Hakukoneet tiedonhakua tukemassa</i>	36
Veli Ijäs: <i>Erilaisten käyttöliittymien soveltuvuus toimisto-ohjelmien mobiilikäyttöön</i>	55
Petri Ikävalko: <i>Elektronisen kaupan mahdollisuudet organisaation näkökulmasta</i>	67
Anni Jakobsson: <i>Pikaviestimet journalistisessa tiedonhankinnassa</i>	83
Turo Jänkä: <i>Ohjelmistojen tietoturvan parantaminen ohjelmistokehityksessä</i>	100
Antti Kaakinen: <i>Tiedonhakuagentit</i>	112
Esa Karvanen: <i>Anonymiteetti World Wide Webissä</i>	125
Sari Kinnari: <i>Verkoista verkossa – miten opettaa tietoverkkotekniikkaa?</i>	135
Marko Koivu: <i>Liiketoimintasääntökannan käyttö 4-taso-ohjelmistoarkkitehtuurissa</i>	152
Daniel Koskinen: <i>Kolmen syötetävän vertailu iDict-sovelluksen käytössä</i>	176
Anton Kupias: <i>Tietotekniikka ja naiset tietoyhteiskunnassa</i>	209
Jalo Kääminen: <i>Luonnollisen puheen ominaisuudet puheikäyttöliittymissä</i>	234
Joona Laukkanen: <i>GUI-työkalun valinta</i>	250
Ilona Lindfors: <i>Chatit ryhmän keskustelun välineenä</i>	271
Anna Lindholm: <i>Viestinnän mahdollisuudet ja ongelmat pikaviestinkeskustelussa</i>	288
Satu Mäkitammi: <i>Multimodaaliset käyttöliittymät ja niiden suunnittelu</i>	304
Jaakko Naakka: <i>Verkko-opetus</i>	320
Hanna Niemi: <i>Verkkopeliyhteisöjen hyödyntäminen opetuskäytössä</i>	333
Johannes Paarvala: <i>Multimodaalisuus webissä – puheohjailu ja suorakäyttö</i>	351
Leena Palovuori: <i>Tietotekniikan opetus ja hyödyntäminen opetuksessa peruskoulun yläluokilla</i>	364
Mika Rantanen: <i>Pelit käsikonsoleissa ja kännyköissä</i>	382
Hannamari Saarenpää: <i>Opetukselliset käyttöliittymäagentit</i>	392
Sami Salo: <i>Käyttöliittymien suunnittelu käyttäjän muisti- ja havaintotoimintojen ehdoilla</i>	411
Markus Tammi: <i>CSS ja XHTML: Standardien soveltaminen verkkosivujen käytännön kehitystyössä</i> ..	428
Jaakko Tiainen: <i>Toiminnanohjausjärjestelmähankkeiden haasteita</i>	451
Jaripekka Torssonen: <i>Optinen hahmontunnistus aasialaisille merkkiperustaisille kielille</i>	461
Rami Törmä: <i>VOICE OVER INTERNET PROTOKOLLA - Protokollat ja tietoturva</i>	470
Sampo Töyssy: <i>Mobiili informaation visualisointi</i>	485
Ilkka Virtanen: <i>Kuinka hiljaista hiljainen tieto on – ovatko tiedonmuunnokset Nonakan ja Takeuchin esittämällä tavalla mahdollisia?</i>	499
Tuomas Vuori: <i>Digitalisoitumisen vaikutukset elokuvien jakeluun</i>	530

Puheentunnistuksen ongelmat mobiililaiterympäristöissä

Henri Aalto

Tiivistelmä

Puheentunnistus on tulossa osaksi mobiilien päätelaitteiden käyttäjien arkea. Päätelaitteiden koko pienenee entisestään ja näin ollen on tullut tarpeelliseksi kehittää uudenlaisia tapoja ohjata laitteita. Puheentunnistus on eräs ratkaisu pienikokoisen laitteen ohjaamiseen. Tunnistaminen on varsin vaativa prosessi, ja mobiililaitteissa sen oikea toteuttaminen ja käyttö vaatii erityistä perehtymistä asiaan. Laitteiden pienen koon lisäksi ongelmia tuottaa mm. se, että laitteita voi käyttää missä hyvänsä, eli käyttöympäristön ominaisuudet vaikuttavat puheentunnistuksen onnistumiseen. Esittelen tässä tutkimuksessa mobiililaitteiden puheentunnistukseen liittyviä ongelmia ensisijaisesti käyttäjän näkökulmasta tarkasteltuna.

Avainsanat ja -sanonnat: Mobiili päätelaite, PDA, puheentunnistus

CR-luokat: D.4, H.5

1. Johdanto

Puheentunnistusta on tekniikkana koeteltu jo muutaman vuosikymmenen ajan. Näin ollen siitä alkaa olemaan jo melko hyvin testattua tietoa sekä ohjeita puheohjattujen järjestelmien suunnitteluun. Puheen tunnistaminen on tullut mobiileihin päätelaitteisiin kuitenkin vasta aivan muutamien viime vuosien aikana, ja sovellusalueen tuoreus asettaa uudenlaisia vaatimuksia niin tekniikalle kuin käyttöliittymäsuunnittelullekin.

Mobiililaitteet puolestaan ovat tulleet osaksi ihmisten arkipäivää ympäri maailman ja uutisoinnin mukaan laitteiden määrä henkilöä kohden kasvaa entisestään. Matkapuhelimet ovat kooltaan entistä pienempiä ja ne pystyvät suorittamaan yhä monimutkaisempia toimintoja. Esimerkiksi business-käyttöön tarkoitetuilla puhelimilla pystyy puhumisen ohella myös työstämään toimisto-ohjelmistojen tapaan asiakirjoja, esityksiä ja tietokantoja sekä käyttämään langattomia internet-yhteyksiä.

Toimintojen monipuolistuessa puhelimen tai muun mobiilin päätelaitteen fyysisen koon ei toivota kuitenkaan kasvavan kohtuuttomasti, joten laitteen ohjaaminen täysimittaiselta näppäimistöltä alkaa muodostua hankalaksi. Tähän pulmaan puheentunnistuksen odotetaan tuovan ratkaisun tulevaisuudessa, sillä puheentunnistuksen rinnalle ei periaatteessa tarvita enää perinteistä näppäimistöä. Optimistisissa visioissa [Ben-Dor, 2004] puhekäyttöliittymät toimivat niin hyvin, että käyttäjän ei tarvitse ennalta opettaa komentoja

laitteelle. Käyttäjä voi antaa komentoja luonnollisella kielellä ja järjestelmän käytön oppiminen on nopeaa ja intuitiivista. Onko näiden visioiden saavuttaminen mahdollista?

Tässä tutkimuksessa paneudun erityisesti mobiililaitteiden puheentunnistuksen käytettävyyteen sekä siihen liittyviin ongelmiin, jotka suunnittelussa on otettava huomioon. Seuraavassa luvussa käyn läpi hieman puheentunnistuksen taustaa ja perusasioita.

2. Puheentunnistuksen taustaa

Puhe tietokoneen tai muun laitteen käyttöliittymänä vaatii suunnittelijalta erityistä paneutumista ihmisen ja koneen välisiin vuorovaikutustapoihin [Weinschenk, Barker, 2000]. Puhekäyttöliittymää suunniteltaessa vaaditaan tietämystä fysiikasta ja puheen tuottamisen fysiologiasta sekä mm. kyseisen kielen äänneistä, tavuista ja kieliopista. Puhutun kielen luonteen tunteminen on ensisijaisen tärkeässä asemassa käyttöliittymäsuunnittelussa. Laurilan [2000] mukaan puheohjausta ei pitäisi ottaa käyttöliittymään pelkästään teknologisen edistyksen nimissä, vaan valinta tulisi tehdä aina käytettävyyden parantamisen vuoksi.

Pohjimmiltaan puheentunnistamisessa on kyse siitä, että ilman värähtelyn muodossa tuotettu puhe saadaan muunnettua digitaaliseksi signaaliksi ja tämän jälkeen tulkittua tietokoneen ymmärtämään muotoon. Tämä vaatii varsin paljon prosessointikapasiteettia sekä asettaa tiettyjä vaatimuksia käyttöympäristölle. Ihanteellisimmillaan puheentunnistusympäristö on sisätila, jossa ei ole ylimääräistä taustahälyä. Tähän kuitenkin harvoin päästään etenkin, kun kyseessä ovat mobiilit päätelaitteet joiden käyttäjä voi liikkua vapaasti.

Puheentunnistus voi olla tyypiltään joko *jatkuvaa* tai *diskreettiä* (discrete, jaksottainen) [Weinschenk, Barker, 2000]. Jatkuva tunnistaminen perustuu siihen, että käyttäjä voi puhua laitteelle arkiseen tapaan, käyttämättä mitään erityisiä komentoja. Puhutaan myös luonnollisen kielen tunnistamisesta. Tekstinkäsittelyohjelmiin puhetta pystytään sanelemaan jo lähes jatkuvana virtana, ilman keskeytyksiä. Sanelusovellukset eivät kuitenkaan kykene puheen merkityksen eli *semantiikan* tunnistamiseen, joten sanelussa voi tulla vastaan yllättäviä virheitä. Näin ollen tieteiselokuvien visiot koneista, joita voisi komentaa luonnollisella kielellä, eivät ole vielä toteutuneet.

Diskreetti tunnistaminen sen sijaan toimii tänä päivänä jo niin hyvin, että hyödyllisiä, toimivia kaupallisia sovelluksia on markkinoilla. Esimerkiksi matkapuhelinten tiettyjä toimintoja voidaan ohjata puheella, jolloin vaikkapa autoa ajettaessa katse voidaan pitää tiessä. Autovalmistajista mm. Ford tarjoaa

tietyissä automalleissa mahdollisuuden ohjata audio-, puhelin-, ilmastointi-, viihde- ja navigointijärjestelmää puheella [Ford, 2005].

Seuraavaksi esittelen erilaisia tapoja, joilla puheen voi yhdistää käyttöliittymään.

3. Puheentunnistuksen erilaiset käyttötavat

Tässä tutkimuksessa jaan mobiililaitteiden käyttöliittymät kolmeen kategoriaan: 1) perinteisiin sormilla tai osoitinkynällä ohjattaviin liittyisiin, 2) em. kaltaisiin liittyisiin joissa puhe toimii muiden *modaliteettien* (käyttötapojen) ohella ja 3) pelkästään puheella ohjattaviin käyttöliittymiin. Näistä tänä päivänä ehdottomasti yleisin on perinteinen (sormin tai kynällä ohjattu) käyttöliittymä, mutta myös puhetta voidaan yhä useammin käyttää joidenkin toimintojen ohjaukseen.

3.1. Perinteiset käyttöliittymät

Perinteisissä käyttöliittymissä joissa ei ole puheentunnistusta, käyttäjä suorittaa toimintoja joko käyttäen näppäimistöä, ohjaintikkua, kosketusnäyttöä sormin tai näiden yhdistelmää. Älypuhelinsovellus- ja toimintavalikoima on usein hyvin laaja. Valikot ovat rakenteeltaan hierarkkisia ja niissä liikkuminen voi olla työlästä. Tekstin syöttäminen pieniä näppäimiä tai ohjaintikkua käyttäen on harvoin miellyttävää, etenkin jos teksti on muutamaa lausetta pidempi. Puheohjaus helpottaisi monia toimintoja, samoin tekstin saneleminen toisi helpotusta pieneen kokoon mahdutettavien näppäinten suunnitteluun.

3.2. Puheentunnistus osana perinteistä käyttöliittymää

Puheentunnistuksen tullessa osaksi perinteistä käyttöliittymää, käyttäjälle asetettavat vaatimukset eivät olennaisesti kasva, tavoitteena tietysti on niiden vähentäminen. Tämän tyyppisessä multimodaalisessa ympäristössä toimenpiteet pystytään tyypillisesti tekemään useammalla eri modaliteetilla, eli puhe ei ole ainoa vaihtoehto. Tämä on tärkeää käytettävyyden kannalta sekä erilaisissa käyttötilanteissa, joissa esimerkiksi puheen tunnistaminen ei onnistu vaikkapa taustamelun takia. Luonnollisesti kaikissa tilanteissa ei edes ole soveliaista alkaa puhumaan mukanaan kulkevalle puhelimelle. Käyttäjän kuormitusta lisää kenties ainoastaan kasvanut valinnanvapaus, sillä hänen on valittava mitä kautta komennot antaa kussakin tilanteessa.

Muiden modaliteettien rinnalle tuotu puheentunnistus mahdollistaa mobiileissa päätelaitteissa laitteen käyttämisen niin, että osa toiminnoista aktivoituu vaikkapa puheella ja varsinaiset tiedot syötetään sitten näppäimistöä tai tikulla. Turusen [1998] mukaan olennaisinta suunnittelussa

on valita sopivin modalityteetti kuhunkin tehtävään sekä välttää kyseiselle modalityteetille ongelmallisia tilanteita.

Esimerkiksi useissa Nokian valmistamissa matkapuhelimissa on mahdollisuus käynnistää älypuhelimien sovelluksia puheella [Nokia, 2005]. Tämä mahdollistaa sen, että monimutkaisissa valikoissa liikkumisen sijaan käyttäjä voi suoraan käynnistää sovellukset aktivoimalla puheentunnistuksen ja sanomalla, mitä sovellusta hän haluaa käyttää.

3.3. Pelkästään puheella ohjattavat käyttöliittymät

Oma lukunsa ovat puhtaat puhe käyttöliittymät, joissa kaikkia toimintoja ohjataan pelkästään puheella, eikä muita modalityteetteja ole käytössä. Tällaisessa ympäristössä ongelmaksi muodostuvat hyvin pian laitteen toimintavarmuus, totuttelemisen laitteen käyttämiseen sekä mm. käyttäjän muistikapasiteetin rajallisuus. Pelkästään puheella ohjattavien käyttöliittymien lähes 100-prosenttinen käyttövarmuus vaatisi aivan eri luokan prosessointitehoa kuin tänä päivänä on käytettävissä mobiilipäätelaitteiden edellyttämässä hinta- ja kokoluokassa, joten tällaisia järjestelmiä saamme luultavasti odottaa vielä useita vuosia.

Pelkällä puheella ohjattavat käyttöliittymät vaativat laitteelta aktiivista käyttäjän ”kuuntelemista”. Laitteen on siis koko ajan tulkittava ympäristöstään saamaa puhedataa ja poimittava puheen seasta esimerkiksi tietty avainsana, jonka jälkeen varsinainen komentojen antaminen voi alkaa. Täysin näppäimetöntä puhe käyttöliittymää ei luultavasti pystytä toteuttamaan, sillä vaikka ympäristön aktiivinen kuuntelu toimisi ja laite pystyisi aloittamaan tunnistamisen automaattisesti, ongelmaksi muodostuisi mm. se, että laitteen tulisi reagoida *ainoastaan* omistajansa ääneen.

Luvussa 6 käsiteltävä hajautettu ratkaisu tuo lisää mahdollisuuksia puheen tehokkaaseen tunnistamiseen mobiilissa ympäristössä. Hajautettuja järjestelmiä tullaan todennäköisesti näkemään sanelusovelluksissa, ei niinkään pelkkien mobiililaitteen puhekomentojen toteutuksessa. Seuraavassa luvussa kerron, mitä lisäarvoa puheentunnistus voi tuoda käyttöliittymään.

4. Miksi puheentunnistusta tarvitaan?

Puhe on ihmiselle luontainen tapa kommunikoida ympäristönsä kanssa. Näin ollen myös tietokoneiden, matkapuhelinten ja kodinkoneiden kanssa tulisi pystyä kommunikoimaan puheen välityksellä. Mikäpä olisi helpompaa kuin sanoa puhelimelle: ”Soita Pekalle” sen sijaan, että lähtisi selailemaan valikoiden kautta ”puhelinluettelo” ja painelemaan puhelimen pieneksi käyneitä painikkeita. On selvää, että puheentunnistus toisi useisiin käyttötilanteisiin

helpotusta käyttäjän näkökulmasta tarkasteltuna. Suunnittelussa on kuitenkin del Galdon ja Rosen [1999] mukaan mietittävä aina sitä, mikä hyöty puheentunnistuksen mahdollistamisessa on, itsetarkoituksena sitä ei saa pitää.

Järkevästi suunniteltuna puheentunnistus voi helpottaa huomattavasti pienikokoisen laitteen käyttämistä. Esimerkiksi PDA-laitteissa näyttö on saatu jo miellyttävän isoksi ja näppäinten määrää on karsittu. Käytännössä laitteen ohjaamiseen ja esimerkiksi tekstinkäsittelyyn tarvitaan kuitenkin näppäimistö tai ohjaintikku ja näytölle ilmestyvä virtuaalinäppäimistö, joka vie suuren tilan näytöltä. Tässä tilanteessa olisi ideaalista, jos käyttäjä saisi koko näytön pinta-alan hyödylliseen käyttöön ja pystyisi sanelemaan tekstiä kirjoittamisen sijaan.

Pitääkö tekstiä yleensäkin pystyä sanelemaan puhelimen muistiin? Varsin usein tulee vastaan tilanne, jossa täytyisi pystyä tekemään nopeasti muistiinpanoja, mutta paperia ja kynää ei ole lähettyvillä. Puhelimen muistiin saa nykyään usein nauhoitettua muistiinpanoja äänimuodossa. Vaihtoehtoisesti muistiinpanot voi näppäillä laitteen muistioon, mutta kovin pitkiä muistiinpanoja ei älypuhelimien tai PDA:n näppäimistöllä jaksaa kirjoittaa. Olisikin käytännöllisempää saada sanelut valmiiksi tekstimuodossa, jotta nauhoituksen purkamiseen ei enää menisi ylimääräistä aikaa.

Käytännöllinen ja varsin hyvin toimiva esimerkki siitä, kuinka puhetta tunnistamalla voidaan parantaa käytettävyyttä ja turvallisuutta, on matkapuhelimissa oleva "voice dial" -ominaisuus. Sen avulla käyttäjä voi soittaa toiselle henkilölle painamalla ensin tiettyä painiketta ja sanomalla henkilön nimen. Ominaisuus toimii hyvin, joskin henkilöiden nimet täytyy etukäteen opettaa puhelimelle ja äänitunnisteiden määrä on yleensä rajallinen. Tämä on samalla esimerkki sovellusalueen haasteista: järjestelmä vaatii jokaisen puhekomennon eli nimen "opettamisen" etukäteen ja äänitunnisteita ei voi antaa kaikille puhelinluettelon muistissa oleville vaikkapa 200 henkilölle. Turvallisuuden parantamiseen keksintö on joka tapauksessa omiaan, sillä esimerkiksi auton ratissa *hands-free* (kädet vapaana) -laitetta käyttäen ei tarvitse muuta kuin painaa korvaluurissa olevaa painiketta ja sanoa henkilön nimi, jolle haluaa soittaa. Katsetta ei tarvitse siirtää tiestä ja käyttäjä pysyy paremmin liikennetilanteiden tasalla.

Ilmeisistä eduistaan huolimatta puheentunnistuksen tuominen mobiileihin päätelaitteisiin ei ole aivan ongelmaton. Mobiililaitteympäristö vaatii huomattavasti enemmän resursseja kuin normaalit pc-tietokoneet laitteiden kokoon suhteutettuna. Mobiileja päätelaitteita koskevia erityisiä ongelmakohtia esittelen luvussa 5.

5. Mobiililaiteympäristön erityiskysymykset

Tässä luvussa jaan mobiileja päätelaitteita koskevat yleisimmät ongelmat ryhmiin. Pyrin myös kertomaan, kuinka ongelmia on pyritty ratkaisemaan tai visioimaan, kuinka niitä voitaisiin tulevaisuudessa ratkaista.

5.1. Päätelaitteen koko vs. prosessointiteho

Mobiilit päätelaitteet on tarkoitettu mukana kannettaviksi, joten niiden koko, paino ja ulkomuoto ovat yleensä tarkoin harkittuja. Näin ollen *muotoseikat* asettavat varsin olennaiset rajoitukset myös puheentunnistuksen käytölle laitteissa. Prosessorit alkavat olemaan jo kooltaan riittävän pieniä, mutta pieneen kokoon sovitettuna niiden käsittelykapasiteetissa on vielä parantamisen varaa. Myös muistipiirit ja -kortit ovat pienikokoisia, mutta niissä kuten prosessoreissakin on ongelmana hinta. Pieneen tilaan ahdetut tehokkaat komponentit paitsi synnyttävät lämpöä, myös kuluttavat valtavasti virtaa. Pienikokoisia akkuja on olemassa, mutta niidenkin kohdalla kapasiteetti tulee vastaan liian pian.

Tämän ongelmaan uskon ratkeavan ajan myötä, sillä kaikki tarvittava teknologia kehittyy päivä päivältä. Vaihtoehtoisen ratkaisun mahdollistaa Suomessa lokakuussa 2004 käyttöön otettu 3G-matkapuhelinverkko [Helsingin Sanomat, 2004], sillä se parantaa hajautetun puheentunnistustekniikan käyttöön oton mahdollisuuksia. Kyseinen verkko pystyy välittämään riittävän nopeasti puhedataa päätelaitteen ja palvelimen välillä. Tämä ratkaisu sopisi jo nykyisten päätelaitteiden prosessointi-, teho- ja akkukapasiteetille, mutta palvelua ei vielä ole toteutettu. Järjestelmä vaatisi infrastruktuuripanostuksen sekä uudenlaisen palvelukonseptin joltain operaattorilta tai muulta toimijalta.

5.2. Käytön luonnollisuus (ja luonnottomuus)

Puhetta pidetään ihmisten välisessä kanssakäymisessä luontevimpana modaaliteettina, mutta onko näin myös ihmisen ja koneen välisessä vuorovaikutuksessa? Tänä päivänä nuorempi sukupolvi on jo tottunut kaikenlaiseen teknologiseen kehitykseen, joten heille erilaisten laitteiden ohjaaminen puheella ei varmaan olisi kovinkaan vaivalloista. Keski-ikäinen väestö ja vanhuksset sen sijaan saattaisivat vieraantua tekniikasta ja sen myötä arkielämästä, mikäli heidän olisi pakko opetella ohjaamaan vaikkapa puhelinta pelkästään puheen avulla.

Puheohjaus voidaan jakaa käskypohjaisiin ja luonnollista puhetta "ymmärtäviin" järjestelmiin. Käskypohjaisten järjestelmien käyttö tuntuu varmasti suuren yleisön kannalta kömpelömmältä, kun pitää tietää melko tarkkaan mitä voi sanoa ja komennot on annettava tiettyä kaavaa noudattaen. Deng ja Huang [2004] toteavat osuvasti, että tänä päivänä käyttäjän on

tiedettävä, että hän on tekemisissä koneen kanssa. Muuten puhetyyli olisi liian arkinen, ja puheentunnistuksen tarkkuus kärsisi liikaa.

Luonnollista puhetta käytettäessä tunnistusvirheiden todennäköisyys kasvaa ja prosessoritehoa ja muistia tarvitaan entistäkin enemmän. Tällaiset järjestelmät olisivat kuitenkin käyttäjän kannalta parhaita mahdollisia. Käytön luonnollisuutta pohdittaessa olisi syytä suorittaa laajoja käyttäjätutkimuksia, joiden perusteella saisi arvokasta tietoa siitä, millaiseksi käyttöliittymä pitäisi suunnitella kullekin käyttäjäryhmälle. Saman muotin mukaan suunniteltu puhe käyttöliittymä ei välttämättä sovi kaikille väestöryhmille.

5.3. Käyttöympäristöön liittyvät ongelmat

Tähän ryhmään kuuluvat ongelmat, jotka aiheutuvat käyttöympäristöstä. Ne eivät suoranaisesti riipu laitteesta tai sen ominaisuuksista, joskin ideaalitulanteessa laite voisi näitä ongelmia lieventää.

Puheentunnistus edellyttää toimiakseen melutonta ja häiriötöntä ympäristöä. Tekniikka perustuu erilaisten todennäköisyyksien laskemiseen ja on näin ollen altista virheille [Oviatt, 2000]. Vaikkapa työelämässä, toimistossa, kaupungilla tai matkoilla on yleensä hankalaa löytää paikkaa joka olisi riittävän rauhallinen esimerkiksi tekstin sanelemiseen. Mobiilin päätelaitteen olisi suoriuduttava vaativasta tunnistamisesta meluisammassakin ympäristössä. Lisäksi tunnistaminen ei saisi häiriintyä toisten ihmisten puheesta. Lähteen [Deng ja Huang, 2004] mukaan melussa toimiva puheentunnistus on viime vuosina ollut yksi alan tutkijoiden ja teollisuuden suurimmista tutkimustyön kohteista. Mikäli laitteita aiotaan saada myytyä, on kehityksessä mentävä juuri siihen suuntaan, että käyttäjä voi valita käyttöympäristönsä vapaasti.

Meluisan ympäristön ongelmaa voidaan olennaisesti lieventää käyttämällä sankaluuria. Käytettävän mikrofonin ominaisuudet ja laatu ovat olennaisessa asemassa tunnistuksen onnistumisessa. Dobler [2000] huomioi myös sen, että esimerkiksi matkapuhelimessa tunnistuksen on toimittava riippumatta käytössä olevasta mikrofonista sekä sen etäisyydestä ja asennosta suuhun nähden. Myöskään luurin tai hands-free -laitteen välillä vaihtaminen ei saa johtaa siihen, että laitteelle joudutaan opettamaan sanasto uudelleen. Meluongelman torjuntaan on myös pyritty kehittämään algoritmeja, jotka suodattavat pois taustakohinan, mutta alati vaihtuvien käyttötilanteiden vuoksi parhaatkaan algoritmit eivät pysty täydelliseen tarkkuuteen [Dobler 2000].

5.4. Puhekomentojen antaminen

Suunniteltaessa puheeseen perustuvaa käyttöjärjestelmää on huomioitava tiettyjä seikkoja, joihin perinteisissä käyttöliittymissä ei välttämättä törmätä. Käyttäjän on nimittäin jatkuvasti tiedettävä, milloin on hänen vuoronsa puhua

ja milloin esimerkiksi laite tarvitsee hetken prosessoidakseen juuri puhuttuja sanoja. Hyvä olisi myös ilmoittaa esimerkiksi siitä, jos puheentunnistusta ei ole aktivoitu ja käyttäjä yrittää silti puhua laitteelle.

Käyttöliittymässä, jota ohjataan sekä puheella että sormilla tai kynällä, ongelmaksi voi muodostua se, kuinka käyttäjä rytmittää puhekomentoja ja muita komentoja. Tunnistuksen ongelmatilanteissa puolestaan olisi pian tarjottava käyttäjälle vaihtoehtoinen tapa antaa sama komento, jotta käyttäjä ei turhautuisi. Laitteen olisi siis oltava perillä siitä, mitä kaikkea kyseisessä käyttötilanteessa voi tehdä ja mitä siinä yleensä tehdään. Laitteen tulisi ohjata käyttäjän toimia oikeaan suuntaan palautteen avulla.

Puhekomennot aiheuttavat enemmän hankaluuksia silloin, kun käyttäjän voi antaa komennot luonnollisella kielellä. Tällöin laitteen on pystyttävä poimimaan tietyt avainsanat puheesta ja ymmärtämään myös synonyymeja komennoille. Luonnollista kieltä tunnistavia mobiililaitteita ei tulla näkemään ainakaan lähitulevaisuudessa, sillä luonnollisen puheen tunnistaminen tavallisissa pöytätietokoneissakin on vasta alkumetreillä.

5.5. Muistikapasiteetti ja sanaston laajuus

Mobiilissa päätelaitteessa toimintoja on tyypillisesti hyvin rajattu määrä. Näin ollen pelkkien laitteen toimintojen ohjaamiseen tarvittava sanasto on kooltaan muutamia kymmeniä sanoja. Käyttäjät pystyvät oppimaan suuren osan sanastosta ulkoa; sanastojen suunnittelussa tulisikin pyrkiä komentojen loogisuuteen. Tunnistusprosessin kannalta kymmenien sanojen kokoinen sanasto on toteutettavissa jo nykyisellä tekniikalla. Jos käyttäjälle tarjotaan useampia vaihtoehtoisia sanoja tietyn komennon suorittamiseen, sanaston koko kasvaa hyvin nopeasti.

Tämän päivän laitteissa puheentunnistus on toteutettu usein siten, että käyttäjän on ennalta opetettava komennot laitteelle. Tässä tilanteessa puhekomentoja ei voi olla paljon, sillä käyttäjä turhautuu helposti komentojen opettamiseen. Jokaisen käyttäjän on lisäksi opetettava laite erikseen. Tästä syystä olisi pyrittävä ratkaisuun, jossa opetetaan vain muutamia sanoja tai lauseita, joiden pohjalta laite mukautuu tunnistamaan käyttäjän puhetta.

Seuraavassa luvussa esittelen lyhyesti hajautetun tunnistusjärjestelmän toimintaperiaatteen.

6. Hajautetut tunnistusjärjestelmät

Oma mielenkiintoinen alueensa mobiilissa puheentunnistuksessa ovat järjestelmät, joissa päätelaite ainoastaan "nauhoittaa" käyttäjän puheen ja siirtää sen langattomasti palvelimelle, jossa puhe tulkitaan ja palautetaan

päätelaitteelle tekstimuodossa. Tällainen ratkaisu tulee kyseeseen lähinnä pidempien tekstien sanelemisessa, varsinaisten puhekomentojen antamiseen arkkitehtuuri on turhan raskas.

Näistä järjestelmistä on olemassa jo kehitysversioita, tosin kaupallista tuotetta ei tietääkseni vielä ole markkinoilla. Puheentunnistus saadaan huomattavasti tehokkaammaksi ja tarkemmaksi, kun itse päätelaitteen prosessointikapasiteettia ei tarvitse käyttää tunnistamiseen, vaan ainoastaan äänen nauhoittamiseen ja datan lähettämiseen sekä vastaanottoon. Microsoftin tutkimusryhmä [Deng et al., 2002] on kehittänyt prototyypin tulevaisuuden PDA-laitteesta, joka perustuu hajautettuun tunnistusarkkitehtuuriin. Laitteen suorituskyky vaikuttaa hyvin lupaavalta, mutta tutkimuksen tekohetkellä 3G-verkkojen levinneisyys ei ollut kovinkaan laaja. Tänä päivänä verkkoja on jo pystytetty enemmän ja järjestelmän rakentaminen olisi mahdollista.

Hajautettu järjestelmä on tarkkuudeltaan kenties paras mahdollinen ratkaisu tänä päivänä, mutta ongelmaksi muodostuu tarvittavien palveluiden saatavuus. Järjestelmä voidaan rakentaa esim. yksittäisen yrityksen tiloihin kohtuullisilla panostuksilla, mutta suurempien alueiden kattamiseen tarvittaisiin esim. vastikään Suomessa käyttöönotetun 3G-tiedonsiirtoverkon kaltaista liikennöintikapasiteettia. Vaikka 3G-verkko kattaakin jo useita Suomen suurimpia taajamia [TeliaSonera 2005], palvelun tarjoaminen suurelle yleisölle taas vaatisi tahoja, joka koordinoisi ja tarjoaisi tunnistuspalveluita. Tässä voisi hyvinkin olla kysyntää uudenlaiselle palveluliiketoiminnalle. Mikäli hajautetut järjestelmät yleistyvät, jää nähtäväksi ryhtyvätkö matkapuhelinoperaattorit tarjoamaan näitä palveluita, vai syntyykö alalle kokonaan uudenlaista liiketoimintaa.

Seuraavaksi kokoon yhteen käsittelemääni aihetta ja kertaan tärkeimmät havainnot.

7. Yhteenveto

Puheen tunnistamiselle mobiililaitteissa tuntuu olevan selvästi kysyntää. Ihmiset ovat kiinnostuneita tekniikan tuomista mahdollisuuksista, kuten tekstien sanelemisesta vaikkapa työmatkoilla. Puheella on selkeät etunsa verrattuna muihin käyttöliittymämodaaliitteihin ja se on ihmiselle luontainen tapa kommunikoida. Ihminen pystyy tuottamaan nopeammin puhetta kuin kirjoittamaan näppäimistöllä.

Lukuisat seikat ovat puheentunnistuksen puolella, kun sitä verrataan muihin modaaliteetteihin. Edut ovat kiistattomia, mutta joudumme odottamaan vielä kenties kymmeniä vuosia ennen puheentunnistuksen visioiden toteutumista. Kehittyneimmät sovellukset kuten täysin ihmisen puhetta

ymmärtävät järjestelmät edellyttävät niin paljon prosessoritehoa, että ne eivät välttämättä toteudu ainakaan meidän elinaikanamme.

Mobiilin puheentunnistuksen suurimpia esteitä ovat tekniset ja kustannustekijät. Päätelaitteiden luonteen mukaiset pyrkimykset pieneen kokoon ja keveyteen aiheuttavat suurimpia teknisiä paineita. PC-ympäristössä useat ongelmat on jo ratkaistu, mutta ratkaisujen integroiminen pienikokoisiin mukana kulkeviin laitteisiin teettää runsaasti töitä. Kehitystyöhön tarvitaan valtavan paljon rahaa, jos kehitystä halutaan nopeuttaa. Tekniikan lisäksi myös käyttöliittymätutkimus vaatii merkittäviä panostuksia. On toivottava, että tutkijoilla riittää mielenkiintoa myös kunnolliseen käyttöliittymäsuunnitteluun, jotta aikanaan kypsyvän tekniikan mukanaan tuomat hyödyt pystytään levittämään laajempaan käyttöön.

Hajautetut järjestelmät voivat tulevaisuudessa tuoda helpotusta teknisiin vaikeuksiin. Niiden suorituskyky ja tarkkuus saadaan paremmaksi, kuin itse laitteessa tapahtuva tunnistaminen. Näiden järjestelmien leviämisen suurimpana esteenä on käyttöalueiden rajallisuus sekä tarvittavien palveluiden puuttuminen.

8. Viiteluettelo

- [Ben-Dor, 2004] Nir Ben-Dor, The ART of human user interface, *Information Quarterly* **3**, 1 (2004), 44-45.
- [Deng et al., 2002] Li Deng, Kuansan Wang, Alex Acero, Hsiao-Wuen Hon, Jasha Droppo, Constantinos Boulis, Ye-Yi Wang, Derek Jacoby, Milind Mahajan, Ciprian Chelba, and Xuedong D. Huang, Distributed speech processing in Mipad's multimodal user interface, *IEEE transactions on speech and audio processing* **10**, 8 (November 2002), 605-619.
- [Deng ja Huang, 2004] Li Deng, Xuedong Huang, Challenges in adopting speech recognition, *Communications of the ACM* **47**, 1 (January 2004), 69-75.
- [Dobler, 2000] Stefan Dobler, Speech recognition technology for mobile phones, *Ericsson Review* No. 3, (2000), 148-155. Also available as http://www.ericsson.com/about/publications/review/2000_03/files/2000033.pdf (22.2.2005).
- [Ford, 2005] Ford-yhtiön kotisivu. <http://www.ford.fi/uutiset/ford-geneve2005.pdf>.
- [del Galdo ja Rose, 1999] Elisa del Galdo and Tony Rose, Speech user interface design for mobile devices. *CHI May 1999 Tutorials*, 159-160.
- [Helsingin Sanomat, 2004] Helsingin Sanomat 12.10.2004. Saatavana osoitteesta <http://www.helsinginsanomat.fi/tuoreet/artikkeli/1076154211016>.
- [Huang et al., 2000] X. Huang, A. Acero, C. Chelba, L. Deng, D. Duchene, J. Goodman, H. Hon, D. Jacoby, L. Jiang, R. Loynd, M. Mahajan, P. Mau, S. Meredith, S. Mughal, S. Neto, M. Plumpe, K. Wang, Y. Wang, Mipad: a next generation PDA prototype, *Proc. of the Int. Conf. on Spoken Language Processing. Beijing, China, Oct, 2000*.
- [Laurila, 2000] Kari Laurila, *Robust speech recognition methods for voice dialing*, Tampere University of Technology, 2004.
- [Nokia, 2005] Nokia-yhtiön kotisivu. <http://www.nokia.fi/> (12.5.2005).
- [Oviatt, 2000] Sharon Oviatt, Taming recognition errors with a multimodal interface, *Communications of the ACM* **43**, 9 (September 2000), 45-51.
- [TeliaSonera, 2005] TeliaSonera-yhtiön kotisivu, <http://www.sonera.fi> (19.5.2005).
- [Turunen, 1998] Markku Turunen, *Puheohjaus 3D-käyttöliittymissä*, pro gradu - tutkielma, Tampereen yliopisto, 1998.
- [Weinschenk, Barker, 2000] Susan Weinschenk, Dean T. Barker, *Designing Effective Speech Interfaces*. John Wiley & Sons, Inc., 2000.

Digitaalisen musiikin jakaminen verkossa

Pekka Erma

Tiivistelmä

Tämä tutkielma käsittelee digitaalisen musiikin jakamista verkossa ja siihen liittyviä ongelmia sekä mahdollisuuksia. Tutkimuksessa ei käsitellä aihetta tietoteknisestä näkökulmasta, vaan molempien osapuolten – käyttäjien ja musiikkiteollisuuden – taloudellisesta ja eettisestä näkökulmasta.

Avainsanat ja -sanonnat: digitaalinen musiikki, lataaminen, vertaisverkko

CR-luokat: J.4, K4.1

1. Johdanto

Viime vuosikymmenen loppupuolella Internetissä yleistyi vertaisverkko-ohjelmat, joiden avulla käyttäjien oli helppoa ladata omalle koneelle musiikkitiedostoja. Toiminta oli kuitenkin laitonta ja musiikkiteollisuus ryhtyi vastatoimiin. Sen ajan tunnetuin vertaisverkko-ohjelma Napster haastettiin oikeuteen ja myöhemmin suljettiin. Samanaikaisesti on kuitenkin ollut saatavilla paljon vastaavanlaisia ohjelmia, jotka ovat saaneet toimia suhteellisen rauhassa. Viime vuosina maksulliset ja lailliset vertaisverkko-ohjelmat ovat tehneet tuloaan ja nyt musiikkiteollisuus onkin muutoksen kourissa.

Musiikintekijöiden ja -julkaisijoiden on täytynyt keksiä keinoja Internetpiratismiin taltuttamiseksi ja samalla on pitänyt kehittää kuluttajille palveluita, joista he olisivat valmiita maksamaan sen sijaan että he käyttäisivät ilmaisia, mutta laittomia palveluita. Viimeisen viiden vuoden aikana on nähty jopa oikeusjuttuja, joissa syytettyjen penkillä ovat istuneet tavalliset käyttäjät.

2. Historia

Digitaalisen musiikin jakelu verkossa juontaa juurensa viime vuosikymmenen loppupuolelle, jolloin ihmisten tietoisuuteen tuli ensimmäiset p2p-ohjelmistot. Näillä ohjelmistoilla voitiin helposti ladata musiikkia suoraan toisen käyttäjän koneelta. Tähän vaikutti myös Internet-yhteyksien nopeutuminen ja laajakaistojen lisääntyminen. Ensimmäinen suuren yleisön tuntema p2p-ohjelmisto oli Napster. Piti vain ladata ja asentaa Napster-ohjelmisto tietokoneelle, jonka jälkeen pääsi helposti etsimään muiden käyttäjien tiedostoista haluamiaan kappaleita.

Koska Napster oli tunnetuin näistä ensimmäisistä vertaisverkko-ohjelmistoista, joutui se myös kärsimään eniten. Napster haastettiin oikeuteen

muusikoiden toimesta ja lopulta se jouduttiin sulkemaan, kunnes myöhemmin avattiin uudestaan maksullisena palveluna.

Musiikin jakelu, oli se sitten maksutonta tai maksullista, liittyy suuriin kokonaisuuksiin ja vaikuttaa moniin ihmisiin. Suurimpana kokonaisuutena voisi mainita koko musiikkiteollisuuden, levy-yhtiöt. Levy-yhtiöissä on jouduttu keksimään uusia liiketoimintamalleja ja palveluita vastauksena maksuttomille musiikin jakelukanaville. Myös monet musiikintekijät ovat miettineet toimintaansa uudestaan ja perustaneet faneille palveluita, joista voi ladata musiikkia kohtuulliseen hintaan.

3. Nykyhetki

Kohdassa 2 esitelty Napster siis avattiin uudestaan, tällä kertaa maksullisena, marraskuussa 2003. Nyt Napster tarjoaa mahdollisuuden lailliseen musiikin lataamiseen, sekä muutamaa muuhun lisäpalveluun, kuten soittimeen, jolla pystyy kuuntelemaan Napsterin kautta musiikkia jukeboxin tavoin. Koko ajan on kuitenkin ollut olemassa samankaltaisia ohjelmistoja, jotka ovat käsittääkseni toimineet samalla periaatteella ja jotka ovat olleet yhtä laittomia kuin Napster. Näihin ohjelmistoihin ei kuitenkaan ole kiinnitetty samanlaista huomiota, joten ne ovat saaneet toimia suhteellisen rauhassa. Ohjelmat kuten Kazaa ja eMule mahdollistavat musiikin ja muiden tiedostojen lataamisen suoraan toisen käyttäjän koneelta. Ohjelmistojen käyttö ei kuitenkaan maksa mitään, joten niiden luulisi olevan suositumpia kuin esimerkiksi maksullisen Napsterin. Tässä on mielestäni yksi kompastuskivi, kun yritetään saada digitaalisen musiikin jakaminen verkossa lailliseksi. Hiukan yleistäen voisi sanoa, että niin kauan kuin ihmiset saavat ilmaista palvelua, eivät he ole siitä valmiita maksamaan. Sen takia Napsterissa onkin lisäarvoa tuottavia palveluita, kuten aiemmin mainittu jukebox-tyyppinen radio.

Tuoreet tutkimukset kertovat, että Internetin p2p-vertaisverkoissa on jatkuvasti laittomasti jaossa keskimäärin 760 miljoonaa musiikkitiedostoa ja koko Internetissä kaiken kaikkiaan 870 miljoonaa musiikkitiedostoa [IFPI, 2005].

3.1. Metallica ja Pearl Jam

Koska jotkut muusikot ja levyteollisuuden henkilöt olivat kovasti tällaisia ohjelmistoja vastaan, ovat he itse yrittäneet kehittää tapoja hyödyntää Internetia musiikin jakamiseen ja jotkut ovatkin avanneet ostavalle yleisölle maksullisia palveluita.

Tästä hyvänä esimerkkinä voitaisiin mainita amerikkalaiset rock-yhtyeet Metallica ja Pearl Jam. Metallica haastoi Napsterin oikeuteen, jonka seurauksena Napster suljettiin. Tämä saattoi vaikuttaa siihen, että Metallica

avasi kesällä 2003 MetallicaVault (<http://www.metallicavault.com>) –nimisen palvelun, jonne pääsi rekisteröitymään koodilla, jonka sai kun osti heidän uusimman levynsä. MetallicaVaultissa oli alun perin kolme Metallican konserttia, jotka sai ilmaiseksi ladata koneelleen. Palvelua on päivitetty aika ajoin ja nyt siellä on saatavilla seitsemäntoista konserttia. Ollessaan kiertueella keväällä 2004, Metallica avasi toisen palvelun, LiveMetallican (<http://www.livemetallica.com>). Palvelu toimi siten, että yhtye nauhoitti konserttinsa ja laittoi ne sivustolle ladattavaksi pientä maksua vastaan. Sivustolla on tarjolla myös valmiiksi tehdyt kannet jokaista konserttia varten. Rekisteröitynyt käyttäjä voi siis ostaa minkä tahansa tarjolla olevista 96 konsertista ja ladata sen niin usealle tietokoneelle kuin kahden vuorokauden aikana ehtii.

Ennen Metallicaa samankaltaisen palvelun avasi toinen amerikkalainen rock-yhtye, Pearl Jam. Heidän sivuillaan on tarjolla 80 konserttia, joista voi valita mieleisensä. Halutessaan voi valita yksittäisiä kappaleita monelta eri keikalta ja tehdä mieleisensä kokoelman. Pearl Jam on toteuttanut palvelunsa yhteistyössä iTunesin kanssa, joka on Applen lanseeraama digitaalisen musiikin jakelukanava.

3.2. iTunes

Applella on iTunes-niminen digitaalisen musiikin jakelukanava, jolla mainostetaan olevan maailman suurin laillinen digitaalisen musiikin katalogi; tarjolla on nimittäin yli miljoona kappaletta ja iTunes on myynyt kaiken kaikkiaan yli 300 miljoonaa kappaletta.

Apple tarjoaa iTunesille lisäarvoa iPod -mp3-soittimella, johon iTunesista voi siirtää suoraan ja helposti musiikkia, jolloin musiikin kuuntelu onnistuu muuallakin kuin tietokoneen ääressä. Mp3-soittimia on toki paljon muunkinlaisia, mutta Apple markkinoi iTunesia ja iPodia yhdessä, toisin kuin muut laitevalmistajat.

3.3. Muut markkinapaikat

Myös suomalaiset ovat tarttuneet toimeen ja perustaneet laillisia musiikin jakelupaikkoja. Esimerkiksi www.biisi.fi tarjoaa musiikkia laidasta laitaan 99 sentin kappalehintaan. Palvelu toimii siten, että ensin asennetaan e-3 MediaKit -ohjelmisto koneelle, jonka avulla pääsee kuuntelemaan tarjolla olevia kappaleita. Kaikista kappaleista voi kuunnella ilmaiseksi 30 sekunnin näytteen, eikä myöskään kappaleen tilaaminen koneelle maksa mitään. Vasta kokonaisen kappaleen kuuntelu ja polttaminen CD:lle maksaa. Sivuston tarjoamaa ohjelmistoa voi siis käyttää myös kappaleiden polttamiseen CD-muotoon. Huono puoli palvelussa on se, että ostamiaan kappaleita ei voi kuunnella millään muulla ohjelmalla kuin sivuston tarjoamalla e-3 MediaKitillä.

Toinen suomalainen palvelu löytyy osoitteesta www.mikseri.net. Mikseri on toiminut vuodesta 2001 ja on edelleen erittäin suosittu. Mikseri tarjoaa Teostovapaata musiikkia, joten sen käyttäminen on maksutonta. Palveluun saa kuka tahansa lähettää omaa musiikkiaan muiden kuultavaksi, kunhan vain on täysin varma siitä, että omistaa kaikki oikeudet jakamaansa musiikkiin. Sivusto vaatii käyttämiseen ainoastaan rekisteröitymisen. Tällainen palvelu on erinomainen esimerkiksi aloitteleville yhtyeille kanavana, jonka kautta saadaan omaa musiikkia muiden kuunneltavaksi. Mikseri mainitseekin sivuillaan, että sen kautta ovat ponnistaneet muun muassa yhtyeet @junkmail ja Uniklubi.

4. Levymyynti

Eri tutkimukset antavat ristiriitaista tietoa siitä, millainen vaikutus musiikin jakamisella verkossa on levyjen myyntiin. Pitää tietysti muistaa, että eri ihmisillä on erilaiset motiivit tutkimusten tekemiseen, joten esimerkiksi äänitealan toimijoiden tekemät tai teettämät tutkimukset saattavat poiketa huomattavasti vertaisverkkojen puolestapuhujien tekemistä tutkimuksista.

IFPI:n verkkosivuilta löytyvä dokumentti Internetpiratismiin faktoista [IFPI, 2005] kertoo, että kaikki merkittävät riippumattomat tutkimukset, kuten Forrester, Enders ja Impact osoittavat, että luvaton tiedostojen jako vähentää ihmisten levyostoksia. Tuoreimman (8/2004) Forresterin tutkimuksen mukaan musiikkia Internetistä imuroineista ihmisistä 36% ostaa imuroinnin seurauksena vähemmän äänitteitä kuin aikaisemmin, kun taas ainoastaan 10% ilmoittaa lisänneensä ääniteostoksiaan.

Toisaalta Strumpf ja Oberholzer [Strumpf and Oberholzer, 2004] toteavat tutkimuksessaan, että he eivät löytäneet yhtäläisyyksiä vertaisverkkojen käytön ja musiikin myynnin laskun välillä. He lisäävät, että koska syyt musiikin myynnin laskuun ovat heidän tutkimuksensa ulottumattomissa, voivat he vain arvailla niitä. Vahvoja ehdokkaita ovat muun muassa heikot makrotaloudelliset olot, levyjulkaisujen lukumääräinen lasku sekä muiden viihdeformaattien, kuten DVD-levyjen ja videopelien, suosion nousu. He myös yhtyvät Liebowitzin [Liebowitz, 2003] huomioon, että niin 1970-luvun lopulla kuin 1980-luvun alussakin oli levymyynnissä samanlainen lasku kuin nyt. Heidän mielestään pitää myös huomioda, että 1990-luvulla levymyynti saattoi olla erityisen korkeaa, koska monet ihmiset päivittivät vanhoja levykokoelmiaan CD-muotoon.

4.1. Levymyynti Suomessa

Levykokoelmien päivittäminen CD-muotoon on selvästi huomattavissa ÄKT:n tilastosta [ÄKT, 2003], joka kertoo äänitteiden vuosimyynnistä vuosina 1992 – 2004. Tilastosta on selvästi nähtävissä vinyylilevyjen myynnin lasku ja CD-levyjen myynnin nousu.

Vuonna 1992 Suomessa myytiin lp-levyjä melkein 1,2 miljoonaa kappaletta ja CD-levyjä noin 3 miljoonaa kappaletta. Reilu vuosikymmen myöhemmin, vuonna 2004 lp-levyjä myytiin ainoastaan hiukan yli 8 200 kappaletta, kun taas CD-levyjen myynti oli noussut reiluun 7,7 miljoonaan kappaleeseen. Huipussaan CD-levyjen myynti Suomessa oli vuonna 2003, jolloin myytiin yli 8,7 miljoonaa CD-levyä.

Vuosien 2003 ja 2004 välillä CD-levyjen myynti oli Suomessa laskenut siis noin miljoonan kappaleen verran ja äänitteiden kokonaisymyynti (single, kasetit, lp-levyt, DVD-levyt ja CD-levyt) oli laskenut noin 0,8 miljoonan kappaleen verran.

CD-levyjen myynti Suomessa on ollut huipussaan vuosina 2000-2003, mutta on nyt kääntynyt pieneen laskuun. Huippuvuosien myynti saattaa osaltaan johtua aiemmin mainitusta levykokoelmien nykyaikaistamisesta, jolloin myynti olisi kääntynyt laskuun asiakkaiden saatua tarpeensa tyydytetyä. Mielestäni pitää kuitenkin ottaa huomioon musiikin digitalisoituminen ja sen jakamisen helpottuminen verkossa.

Usein kuulee väitettävän, ettei yhden musiikkikappaleen lataaminen tarkoita sitä, että kyseisen kappaleen sisältävä levy olisi jäänyt ostamatta. Näin varmasti onkin, sillä eivät kaikki ihmiset osta parin kymmenen euron hintaista levyä pelkästään yhden kappaleen takia. Asia ei kuitenkaan ole näin yksiselitteinen, sillä voin omasta kokemuksesta sanoa, että joskus se yksikin kappale riittää motivaatioksi levyn ostoon. Tästä nähtiin Suomessakin hyvä esimerkki syksyllä 2002, kun tyttötrio Las Ketchup keikkui Hijas del Tomate –levyllään Suomen virallisen albumilistan kärkikymmenikössä 13 viikkoa, joista ykköspaikalla 5 viikkoa [YLE, 2005]. Tuolloin yhtyeeltä oli tullut ainoastaan yksi single, joka tarttuvan kertosaheen ja musiikkivideon avulla sai ihmiset ostamaan heidän albumiaan. Kukaan tuskin oli kuullut albumilta mitään muita kappaleita ennen levyn ostoa, joten yksi ainoa kappale siis sai useat ihmiset tekemään levystä ostopäätöksen.

Hijas del Tomate –levy on myyty Suomessa 75 120 kappaletta, joka oikeuttaa kaikkien aikojen myydyimpien ulkomaisten levyjen sijalle 28 [ÄKT, 2003]. Levyltä lohkaistu single, The Ketchup Song (Asereje), on kaikkien aikojen myydyimpien ulkomaisten single-levyjen listan sijalla 4. Singleä on myyty 15 483 kappaletta [ÄKT, 2003].

4.2. Levymyynti Yhdysvalloissa

Yhdysvaltojen levymyyntistä on saatavilla tilastot vuodesta 1994 vuoteen 2003. Tilastosta voidaan helposti nähdä levymyyntin kehitys dollareissa mitattuna kymmenen vuoden ajalta. Vuonna 1994 Yhdysvalloissa käytettiin levyihin 12 068 miljoonaa dollaria ja vuonna 2003 levyihin käytettiin 11 854,40

miljoonaa dollaria. Huipussaan levymyynti oli Yhdysvalloissa vuonna 1999, jolloin kansa osti levyjä 14 584,50 miljoonan dollarin edestä [RIAA, 2003].

Kymmenessä vuodessa levymyynnissä on ollut reilun 213 miljoonan dollarin lasku ja huippuvuodesta laskua on tullut yli 2730 miljoonaa dollaria. Mitä tästä voidaan päätellä? Ainakin se, että Yhdysvalloissa levykaupassa liikkuu käsittämätön määrä rahaa. Näiden lukujen valossa on helppo ymmärtää miksi levy-yhtiöt ovat nousseet musiikin maksutonta verkkojakelua vastaan.

Ilmiön voidaan ajatella myös purevan musiikinlataajan omaan nilkkaan, sillä levymyynnin laskiessa levy-yhtiöt saavat luonnollisesti vähemmän tuloa. Tämä johtaa siihen, että levyjen tekemiseen käytetään vähemmän rahaa ja uudet nousevat kyvyt eivät välttämättä saakaan levytyssopimusta. Jos saavat, niin ensimmäisen levyn täytyy myydä erittäin hyvin, että levy-yhtiö on valmis kustantamaan seuraavan levyn. Mutta koska ihmiset eivät ostakaan levyjä vaan lataavat ne verkosta, on levyteollisuuden syöksykierre valmis.

5. Piratismi

Vaikka piratismi ei suoranaisesti liitykään digitaalisen musiikin jakeluun, otetaan se kuitenkin aina asiaa koskevissa keskusteluissa ja uutisissa esille. Siksi siitä on aiheellista puhua tässäkin yhteydessä.

Minun mielestäni piratismia on kahta laatua: järjestäytynyttä ja järjestäytymätöntä. Järjestäytyneellä piratismilla tarkoitan sellaisia tahoja ja toimijoita, jotka järjestelmällisesti kopioivat levyjä ja myyvät niitä eteenpäin. Esimerkkinä voitaneen mainita itäisen naapurimme järjestäytynyt rikollisuus, joka kerää rahat itärajan tuolla puolen turisteille myydyistä levyistä. Järjestäytymättömällä piratismilla tarkoitan sellaisia toimijoita, jotka sekä lataavat, että jakavat musiikkitiedostoja Internetissä tai vertaisverkoissa. Ensin mainittu ei juurikaan liity tutkielmani aiheeseen, mutta sivuaa sitä kuitenkin sen verran, että se on hyvä mainita.

Levyteollisuus on ryhtynyt toimenpiteisiin piratismiin hillitsemiseksi ja tähän mennessä näkyvin toimenpide on ollut CD-levyjen kopiosuojaukset. CD-levyihin on laitettu suojaus, joka estää levyn toistamisen tietokoneen CD-asemassa. Monilla ihmisillä, kuten esimerkiksi opiskelijoilla, ainoa CD-soitin on juuri se tietokoneen CD-asema. Kopiosuojauksen ansiosta he eivät nyt pystykään kuuntelemaan ostamaansa levyä. Järjestäytyneen piratismiin toimijoilla on kuitenkin niin pätevät laitteet levyjen kopioimiseen, että heillä myös on laitteet kopiosuojauksen purkamiseen tai ohittamiseen. Tämänkaltaisessa tilanteessa levyteollisuus rankaisee levyn ostajaa kopiosuojauksella, eli myymällä toimimattoman CD-levyn. Se ei varmastikaan ollut kopiosuojauksen tarkoitus, mutta parempaankaan ratkaisuun levyteollisuus ei ole ainakaan vielä päätenyt. Suomen tekijänoikeuslaki sanoo,

että ”Julkistetusta teoksesta saa jokainen valmistaa muutaman kappaleen yksityistä käyttöään varten” [Finlex, 2003]. Mielestäni CD-levyjen kopiosuojaus rikkoo suoraan tätä lakia.

Järjestäytymätön piratismi, eli nettipiratismi, on tutkimusten mukaan ollut viime vuosina kasvussa, joka ilmenee hyvin IFPI:n julkaisemasta dokumentista Internetpiratismiin faktoista. Dokumentissa sanotaan, että ”Internetin p2p-vertaisverkoissa on jatkuvasti laittomasti jaossa keskimäärin 760 miljoonaa musiikkitiedostoa (koko Internetissä kaiken kaikkiaan 870 miljoonaa)” [IFPI, 2005]. Levyteollisuuden on siis keksittävä piratismiin muitakin vastalääkkeitä kuin CD-levyjen kopiosuojaus.

Yksi tällainen vastatoimi on ollut oikeushaasteet. Huhtikuun puolessa välissä vuonna 2005 Yhdysvaltojen ulkopuolella oli vireillä 1 652 oikeusjuttua Internetpiratismia vastaan ja maailmanlaajuinen oikeustoimien lukumäärä oli 11 552. Vertaisverkkojen kautta on lähetetty käyttäjille varoituksia toiminnan laittomuudesta. Nähtävästi näistä toimista on ollut hyötyä, sillä tilastojen mukaan luvattomien musiikkitiedostojen lukumäärä Internetissä on laskenut maaliskuusta 2003 tammikuuhun 2005 yli 20% ja suosituimman vertaisverkko-ohjelman, KaZaan käyttäjämäärät ovat tipahtaneet 45% maaliskuusta 2003. Tosin useat KaZaan käyttäjät ovat siirtyneet käyttämään muita vastaavia ohjelmia, kuten eDonkey/eMule tai Gnutella.

Keväällä 2005 tuli ilmi, että Tampereen Opiskelija-Asuntosäätiö TOASin verkossa oli pyörinyt tiedostonvaihtopalvelu. Tämän seurauksena Tampereen Teknillinen Yliopisto erotti määrääjäksi kolme opiskelijaa ja noin 300:lle muulle opiskelijalle tuli pienempiä rangaistuksia [ITviikko, 2005]. Oikeustoimet musiikin kuluttajia vastaan tuntuvat kovilta rangaistuksilta, koska useat ihmiset eivät miellä rikkovansa lakia ladatessaan musiikkia ilmaiseksi. Toiminta kuitenkin on laitonta ja siitä on seurattava jonkinlainen sanktio, koska muuten nykyinen ”villin lännen” tyyli ei tule koskaan loppumaan.

6. Tulevaisuudennäkymät

”Musiikin myyminen kuluttajille tilanteessa, jossa sitä jaetaan samanaikaisesti vertaisverkoissa luvatta ilmaiseksi, on kilpailullisesti hyvin vaikeaa. Laillisen äänitekaupan osalta olisi erittäin tärkeää, että eduskunta säätäisi pikaisesti voimaan tehokkaat keinot puuttua nettipiratismiin.”, toteaa Securycastin toimitusjohtaja Ben Mellin. Securycast on muun muassa laillisten musiikin verkkokauppojen www.laturi.fi:n ja www.maxmusic.fi:n takana [IFPI, 2005].

Tässä tilanteessa on erittäin tärkeää pystyä vaikuttamaan ihmisten asenteisiin, jotte he ymmärtäisivät toiminnan laittomuuden ja sen, että musiikintekijöiden täytyy saada palkka tekemästään työstä. Tuskin kukaan musiikin lataajistakaan olisi valmis työskentelemään ilmaiseksi. Samalla

kannalla on myös The Crash –yhtyeen Teemu Brunila: ”Tällä menolla musiikin tekemiseltä putoaa taloudellinen pohja. Kysymys on yksinkertaisesti siitä, että tekijöiden tulee saada palkka tehdystä työstä.” [IFPI, 2005].

Tulevaisuutta on aina hankala ennustaa, mutta joitain johtopäätöksiä voidaan tehdä. Kuten jo aiemmin kävi ilmi, näyttäisivät oikeustoimet käyttäjiä vastaan hillinneen ihmisten intoa laittomien vertaisverkko-ohjelmien käyttöön. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että he automaattisesti siirtyisivät käyttämään vastaavia maksullisia palveluita. Suurin osa ihmisistä on kuitenkin sellaisia, jotka eivät halua maksaa jostain palvelusta jos he saavat saman palvelun ilmaiseksikin – vaikka se olisi laitontakin.

Luulisin, että maksulliset palvelut tulevat lisääntymään ja luultavasti ne myös saavat asiakkaita, kunhan vain tarjoavat jotain lisäarvoa tuottavia palveluita, mitä ei maksuttomista palveluista saa. Digitaalisen musiikin jakamisen estäminen sitä vastoin on tyhmyyden huipentuma, sillä Internet on kuitenkin aivan ylivoimainen väline musiikin jakamiseen. Musiikkiteollisuuden pitää vain keksiä keinot sen hyödyntämiseen. CD-levyt eivät varmastikaan tule jäämään pois, sillä aina löytyy niitä ihmisiä, jotka haluavat sen oikean alkuperäisen levyn hyllyynsä. Se onkin hankalampi sanoa, mikä tulee olemaan CD-levyjen ja digitaalisten musiikkitiedostojen markkinaosuus musiikin myynnistä.

Viiteluettelo

[Finlex, 2003] Valtion säädöstietopankki

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1961/19610404>

[IFPI, 2005] International Federation of the Phonographic Industry.

IFPI Digital Music Report 2005

[IFPI, 2005] International Federation of the Phonographic Industry.

<http://www.ifpi.fi/ajankohtaista/internetpiratismifaktoja-1.doc>

[IFPI, 2005] International Federation of the Phonographic Industry.

<http://www.ifpi.fi/ajankohtaista/article.html?newsid=115>

[RIAA, 2003] Recording Industry Association of America.

<http://www.riaa.com/issues/piracy/online.asp>

[RIAA, 2003] Recording Industry Association of America.

<http://www.riaa.com/news/marketingdata/pdf/2003consumerprofile.pdf>

[ÄKT, 2003] Suomen ääni- ja kuvatallennetuottajat

<http://www.ifpi.fi/tilastot/kokonaismarkkinat.html>

[ÄKT, 2003] Suomen ääni- ja kuvatallennetuottajat

<http://www.ifpi.fi/tilastot/myydyimmatulkomaiset.html>

[ÄKT, 2003] Suomen ääni- ja kuvatallennetuottajat

<http://www.ifpi.fi/tilastot/myydyimmatulkomaiset.html?julkaisuntyyppi=single>

- [ÄKT, 2003] Suomen ääni- ja kuvatalennetuottajat
<http://www.ifpi.fi/tilastot/vuosimyynti.html>
- [YLE, 2005] Suomen Yleisradio
<http://www.yle.fi/top40/tuote.shtml?id=1719>
- [ITviikko, 2005] Itviikko 23.3.2005
<http://www.itviikko.fi/uutiset/uutinen.asp?UutisID=66833>
- [Liebowitz, 2003] Stan Liebowitz, Will MP3 downloads Annihilate the Record Industry? The Evidence So Far. *Advances in the Study of Entrepreneurship, Innovation, and Economic Growth*, JAI Press.
- [Strumpf and Oberholzer, 2004] Koleman Strumpf and Felix Oberholzer, The Effect of File Sharing on Record Sales An Empirical Analysis. Draft, March 2004. Available as
http://www.unc.edu/~cigar/papers/FileSharing_March2004.pdf

Jokapaikan tietotekniikan sovellusten luokittelu

Henna Heikkilä

Tiivistelmä.

Jokapaikan tietotekniikalla tarkoitetaan tietokoneiden läsnäoloa kaikkialla, kaikessa toiminnassamme joko näkyvänä tai sulautettuna erilaisiin laitteisiin ja palveluihin. Koska alan sovellukset ovat hyvin erilaisia, on näiden sovellusten luokittelu vaikeaa, mutta juuri alan monipuolisuuden takia kuitenkin tarpeellista. Sovellusten erotteluun aiemmin käytetyt luokittelut ovat pääosin pohjautuneet kontekstitietoisuuteen, joka on yksi sovellusten tärkeimmistä ominaisuuksista ja samalla alan suurimpia haasteita. Aiemmissa luokitteluissa on kuitenkin ollut omat puutteensa: suurimpina ongelmina näissä on luokkien kattamattomuus ja luokkien päällekkäisyys. Itse muodostamassani luokitellussa on kuusi luokkaa: muistiinpanoa helpottavat sovellukset, muistuttavat sovellukset, opastavat sovellukset, kommunikointia tukevat sovellukset, viihdyttävät sovellukset ja älykkäät ympäristöt.

Avainsanat ja -sanonnat: Jokapaikan tietotekniikka, kontekstitietoisuus, luokittelu.

CR-luokat: H.5.m, H.5.1

1. Johdanto

Vähitellen elämämme näyttää täyttyvän yhä useammista tietokoneista, jotka auttavat meitä päivittäisissä rutiineissamme. Huimat visiot tarpeemme ymmärtävistä ja niihin vastaavista tietokoneista saattavat tulevaisuudessa olla täyttä totta. Asuntoihin sijoitettavat järjestelmät, jotka tunnistavat asunnossa liikkuvan ihmisen ja säätävät valaistuksen automaattisesti hänen toiveidensa mukaiseksi, tai jääkaappeihin sijoitetut tietokoneet, jotka kertovat maidon olevan vähissä, ovat esimerkkejä jokapaikan tietotekniikan sovelluksista.

Jokapaikan tietotekniikka (ubiquitous computing, pervasive computing) tarkoittaa tietotekniikan läsnäoloa kaikkialla ja kaikessa toiminnassamme joko näkyvänä tai sulautettuna erilaisiin laitteisiin ja palveluihin [ATK-sanakirja, 2003]. Ajatuksen isäksi nimetyn Weiserin mukaan jokapaikan tietotekniikka kuvaa uudentlaisella tietotekniikalla varustettua ympäristöä, jossa jokainen ihminen on jatkuvassa vuorovaikutuksessa satojen häntä lähellä olevien, toisiinsa langattomasti yhdistettyjen tietokoneiden kanssa [Weiser, 1993]. Jokapaikan tietotekniikka -ajatuksen takana on siis pyrkimys siirtyä pois yksittäisen tietokoneen äärestä ympäristöön, jossa ihminen toimii sekä tietoisesti että huomaamattaan vuorovaikutuksessa ympäristöön piilotettujen

tietokoneiden kanssa. Jokapaikan tietotekniikan sovellusten takana ovat alusta lähtien olleet erilaiset jokapäiväiset objektit, joista on tehty älykkäämpiä lisäämällä niihin paikan ja ympäröivän kontekstin tunnistamisen mahdollistavia ominaisuuksia [Weiser, 1993].

Tässä tutkielmassa esittelen jokapaikan tietotekniikan saralla tehtyjä luokitteluja ja lisäksi esittelen uuden, suomenkielisen luokittelun, jonka avulla jokapaikan tietotekniikan sovelluksia voidaan luokitella helpommin. Aluksi selvennän jokapaikan tietotekniikkaan liittyviä käsitteitä ja tämän jälkeen esittelen neljä aiemmin tehtyä luokittelua. Näistä luokitteluista Schilitin ryhmän ja Deyn luokittelut kartoittavat kontekstitietoisia sovelluksia ja Brownin ryhmän ja Rehmanin luokittelut puolestaan erityisesti jokapaikan tietotekniikan sovelluksia. Esittelemieni luokitteluiden avulla olen muodostanut oman luokittelun, jonka esittelen sovellusesimerkkien avulla. Lopuksi pohdin hieman uuden luokittelun onnistumista ja sen mahdollisia kehittämistarpeita sekä esitän yleisemmin huomioita luokitteluiden muodostamisesta.

2. Käsitteitä

Koska jokapaikan tietotekniikka on tutkimusalueena vielä nuorta, on alan terminologiakin vielä vakiintumatonta. Tästä kertoo muun muassa useiden rinnakkaisten ja sukulaistermien käyttö. Vakiintumaton terminologia näkyy sekä englannin että suomen kielessä: monet englanninkielisistä termeistä tarkoittavat lähestulkoon samaa asiaa, mutta suomen kielessä vakiintumattomuus näkyy termien puutteena, mikä aiheuttaa teennäisen puhutavan myös seuraavaan käsitteiden esittelyyn.

Alussa esitetyssä määrittelyssä läsnä oleva (ubiquitous) ja kaikkialle leviävä (pervasive) tietotekniikka määritellään yhteisen jokapaikan tietotekniikka -termin alle. Myös esimerkiksi Dix kumppaneineen [2004] käyttää ubiquitous computing ja pervasive computing -termejä toistensa synonyymeinä. Sen sijaan esimerkiksi Preece kumppaneineen [2002] löytää termeille toisistaan eroavat määritelmät: he määrittelevät ubiquitous computing -termin tarkoittamaan "ympäristöön sulautettua teknologiaa", jonka johdannainen on "teknologioiden saumatonta yhdistymistä" tarkoittava pervasive computing -termi. Lyytinen ja Yoo [2002] puolestaan ajattelevat ubiquitous computing -idean olevan yhdistelmä kaikkialle leviävän tietotekniikan ympäristöön sulautumista ja mukana kulkevan tietotekniikan (mobile computing) liikkuvuutta. Tässä tutkielmassa termejä käytetään ATK-sanakirjan tapaan synonyymeinä ja niistä käytetään yhteistä nimitystä "jokapaikan tietotekniikka".

Jokapaikan tietotekniikalla on myös useita sukulaistermejä, jotka pääasiassa esittelevät jokapaikan tietotekniikan tutkimusalueita. "Calm technology" on Weiserin ja Brownin [1996] esittelemä termi, joka tarkoittaa tietotekniikan

siirtymistä taka-alalle, periferiaan. Periferialla Weiser ja Brown tarkoittavat sitä, mihin olemme sopeutuneet niin, ettei se häiritse tarkkaavaisuuttamme, jollei periferiassa tapahdu jotain normaalista poikkeavaa. Tämä mahdollistaa esimerkiksi ympäröivästä kontekstista kertovan tiedon tarjoamisen käyttäjälle häiritsemättä hänen työtään, sillä siirtyä periferiasta tietoisuuteen ja takaisin tapahtuu hyvin vaivattomasti. [Weiser and Brown, 1996]

Abowd ja Mynatt [2000] ovat esitelleet termin "everyday computing" eli arkipäivän tietotekniikka, jolla he tarkoittavat jokapaikan tietotekniikkaan liitettävän ajan huomioonottamista. Tällä pyritään tukemaan epäformaaleja ja strukturoimattomia päivittäisiä aktiviteettejä, kuten asioiden hoitamista ja läheisten ihmisten kanssa kommunikointia. Kolmas jokapaikan tietotekniikkaan liittyvä tutkimusalue on Tennenhousen [2000] esittelemä proaktiivinen tietotekniikka (proactive computing), joka hänen mukaansa on jokapaikan tietotekniikan yksi osa-alue. Proaktiivisen tietotekniikan ideana on päästä eroon tietotekniikan ja ihmisen tiiviistä vuorovaikutuksesta, minkä tulisi johtaa kaikkialle levinneen tietotekniikan itsenäisempään toimintaan, jossa ihmisellä olisi vain valvojan rooli.

Ihmiset käyttävät vuorovaikutustilanteessa hyväkseen kontekstin tarjoamaa informaatiota, mikä tekee vuorovaikutuksesta sujuvampaa. Siksi kontekstitietoisuus on jokapaikan tietotekniikan sovellusten tärkeimpiä ominaisuuksia ja sen toteutuminen on yksi alan suurimmista haasteista. [Weiser, 1991; Abowd and Mynatt, 2000; Dey, 2001]. Kontekstitietoisuudella tarkoitetaan kontekstin käyttöä tehtävälle relevantin tiedon ja/tai palveluiden määrittämiseksi ja kontekstilla tässä tarkoitetaan mitä tahansa tietoa, jolla voidaan kuvata käyttäjän ja sovelluksen väliselle vuorovaikutukselle relevantin kohteen (esimerkiksi henkilö, objekti tai paikka) tilannetta [Dey, 2001]. Kontekstin ymmärtäminen ja sen tarjoaman tiedon hyväksikäyttö sovelluksissa mahdollistaa paremman ja osuvamman vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa.

3. Aiemmin tehtyjä luokitteluja

Onnistunut luokittelu on hyvä apuväline minkä tahansa alueen esittelemiseen, koska pelkästään eri luokkien nimet voivat antaa hyvän yleiskuvan luokittelun kattamasta alueesta. Suurin haaste luokittelua tehtäessä on kattavien, ristiriidattomien ja kuvaavien luokkien muodostaminen. Luokittelun erottelukykyisyys on siis yksi luokittelun tärkeimmistä ominaisuuksista. Myös luokkien määrän tulisi pysyä pienenä, jotta luokittelusta olisi hyötyä. Uudella alueella, kuten jokapaikan tietotekniikka, luokittelua muodostettaessa pitäisi pyrkiä huomioimaan myös alan kehitys, sillä nopeasti kehittyvällä alalla luokittelu jää nopeasti jälkeen uudenlaisten, luokitteluun sopimattomien sovellusten noustessa esiin.

Seuraavassa esittelen neljä luokittelua, joiden avulla voidaan jaotella jokapaikan tietotekniikan sovelluksia. Ensin kuvaan kolme sovelluksen kontekstitietoisuuteen perustuvaa luokittelua. Näistä luokitteluista viimeinen on muodostettu ottaen huomioon myös sovelluksen käyttötarkoitus. Neljäntenä luokitteluna esittelen yhdeksänluokkaisen, sovelluksen käyttötarkoitukseen perustuvan luokittelun, jossa on pyritty ottamaan huomioon ensin esiteltyjen luokittelujen ansiot ja puutteet.

3.1. Nelikenttä kontekstitietoisista sovelluksista

Schilit kumppaneineen [1994] esittelee artikkelissaan nelikentän kontekstitietoisille sovelluksille. Taulukossa 1 on esitetty Schilitin ryhmän nelikenttä, joka koostuu kahdesta ulottuvuudesta: tehtävän tyypistä (informaation hakeminen vs. komennon toteuttaminen) ja sen suorittamistavasta (manuaalinen vs. automaattinen).

	manuaalinen	automaattinen
informaatio	läheisyysvalinta kontekstista saadun informaation avulla	automaattinen mukautuminen kontekstin muuttuessa
komento	saatujen komentojen ymmärtäminen kontekstin avulla	kontekstin ansiosta automaattisesti aloitetut toiminnot

Taulukko 1: Sovelluksen kontekstitietoisuuden ulottuvuudet [Schilit et al., 1994].

Schilitin ryhmän nelikenttä jakaa sovellukset hyvin suoraviivaisesti neljään kategoriaan. Tosiasia kuitenkin on, että nykyään kehitettävissä, kontekstitietoisuutta hyödyntävissä sovelluksissa ei tyydytä vain yhden ulottuvuuden kattamiseen. Esimerkiksi älykkäissä ympäristöissä tai käyttäjänsä mukana kulkevissa pienissä laitteissa voi olla ominaisuuksia koko "automaattinen"-ulottuvuudelta. Näyttää siltä, että Schilitin ryhmän luokittelu keskittyy vain nykyisyyteen ja tulevaisuuteen. Luokittelusta puuttuukin kokonaan kontekstin tallentaminen ja muuhun informaatioon liittäminen, jotka ovat tärkeitä ominaisuuksia esimerkiksi muistiinpanojen tekoa tukevissa sovelluksissa (esimerkiksi Classroom 2000 [Abowd, 1999b]).

3.2. Luokittelu kontekstitietoisien sovelluksen tukemista ominaisuuksista

Toinen sovelluksen kontekstitietoisuuteen tukeutuvista luokitteluista on Anind Deyn [2001] esittelemä luokittelu ominaisuuksista, joita kontekstitietoinen sovellus voi tukea. Tämä luokittelu koostuu kolmesta kategoriasta:

1. informaation ja palveluiden esittäminen käyttäjälle
2. palvelun automaattinen suorittaminen
3. kontekstin liittäminen informaatioon myöhemmän haun tukemiseksi

Deyn luokittelussa sovellus asettuu ominaisuuksiensa ansiosta yleensä useampaan kuin yhteen kategoriaan. Useampaan kategoriaan venyminen on merkki siitä, että sovellus käyttää kontekstietoisuutta hyväkseen sitä paremmin mitä useamman kategorian se kattaa. Usein esimerkiksi ensimmäinen ja toinen kategoria toteutuvat samassa sovelluksessa, kun sovellus tarjoaa käyttäjälleen kontekstille relevanttia tietoa ilman käyttäjän erillistä kehotusta. Kategorioiden puutteellinen kuvaaminen on Deyn kohdalla ongelma: en ole täysin varma, tarkoittaako Dey informaation ja palveluiden esittämällä pelkästään kontekstin avulla rajatun informaation tai palveluiden esittämistä vai näiden esittämistä yleensä. Oletan, että kategoriassa puhutaan ensimmäisestä vaihtoehdosta, jolloin sovellus käyttäisi hyväkseen kontekstietoisuutta toisin kuin jälkimmäisessä tilanteessa.

Deyn luokittelu on luonteeltaan hyvin yleinen, mitä hän itse perustelee pyrkimyksenä saada luokittelu kattamaan kaikki olemassa olevat kontekstietoiset sovellukset [Dey, 2001]. Kumpi sitten on parempi lähestymistapa luokitteluun: yleinen vai yksityiskohtainen? Yleisellä voidaan päästä lähelle koko alueen kattavaa luokittelua, mutta se on yleensä erottelukyvyltään huonompi kuin yksityiskohtainen. Toisaalta yksityiskohtaisen luokittelun ongelmana saattaa olla ristiriitaiset tai sumearajaiset luokat, mikä osaltaan huonontaa luokittelun erottelukykä.

Samasta aiheesta eli kontekstietoisuudesta lähteneet Dey ja Schilitin ryhmä ovat päätyneet kahteen kovin erilaiseen luokitteluun. Dey onkin käyttänyt oman luokittelunsa muodostamisessa avuksi Schilitin ryhmän tekemää luokittelua, ja hän on itse todennut Schilitin ryhmän luokittelun olevan liian yksityiskohtainen [Dey, 2001]. Deyn ensimmäinen kategoria eli "informaation ja palveluiden esittäminen käyttäjälle" vastaa kohtalaisen hyvin Schilitin ryhmän nelikentän "informaatio"-riviä. Deyn toinen kategoria, "palvelun automaattinen suorittaminen", osuu puolestaan Schilitin ryhmän nelikentässä kohtaan "kontekstin ansiosta automaattisesti aloitetut toiminnot", mutta sen voi venyttää kattamaan koko "automaattinen"-sarakkeen. Näyttää siltä, että Schilitin ryhmän nelikentästä Deyltä jää kattamatta ainoastaan "saatujen kommentojen ymmärtäminen kontekstin avulla".

3.3. Käyttötarkoituksen huomioiva, kontekstietoisien sovellusten luokittelu

Brown kumppaneineen [2000] ovat muodostaneet kontekstietoisista sovelluksista kuusiluokkaisen luokittelun:

1. proaktiivisesti virittyvät sovellukset
2. vuorovaikutusta helpottavat sovellukset
3. menneiden tapahtuminen muistin omaavat sovellukset

4. tulevan kontekstin perusteella muistuttavat sovellukset
5. käyttäytymistapoja optimoivat sovellukset
6. kokemusten jakoa helpottavat sovellukset

He itse nimittävät listaansa mukaansatempaavien kontekstietoisten sovellusten listaksi: tällä he tarkoittavat listaa sovelluksista, joilla on potentiaalia tulla kontekstietoisten sovellusten tähdiksi (killer application) – huippusovelluksiksi, jotka voivat vakiinnuttaa paikkansa päivittäisessä elämässä.

Proaktiivisesti virittyvät sovellukset tallentavat nykyistä kontekstia ja tarjoavat käyttäjälle tietoa, joka on kontekstille relevanttia. Tällaista tietoa voi olla esimerkiksi käyttäjän muistuttaminen siitä, mitä hän tai joku muu on aiemmin samanlaisessa tilanteessa tehnyt. Käyttäytymistapoja optimoivat sovellukset toimivat samantapaisesti: ne tallentavat kontekstia ja käyttäjän toimintaa siinä, ja yrittävät etsiä parempia (esimerkiksi helpompia, nopeampia tai turvallisempia) tapoja tehdä sama asia. Samankaltaisia sovelluksia ovat menneiden tapahtumien muistin omaavat sovellukset, mutta näissä käyttäjä pyytää tietynlaiseen kontekstiin liittyvää tietoa, kun taas proaktiiviset sovellukset tarjoavat tiedon automaattisesti. Tulevan kontekstin perusteella muistuttavat sovellukset sisältävät puolestaan tiedon siitä, millaista kontekstia sen tulee odottaa ennen kuin esittää käyttäjälle hänen tarvitsemansa tiedon. Tällainen sovellus voi muistuttaa esimerkiksi tärkeän viestin välittämisestä seuraavan kerran, kun käyttäjä kohtaa tietyn henkilön, tai tietyn tuotteen ostamisesta, kun käyttäjä seuraavan kerran menee tiettyyn liikkeeseen. Vuorovaikutusta helpottavien sovellusten tarkoituksena on tarjota käyttäjälle mahdollisimman luonnollinen vuorovaikutustapa, vaikka he joutuisivat kommunikoimaan tietotekniikan välityksellä. Yhteisöllisyyttä ja yhteisössä tapahtuvaa kommunikointia helpottaa myös kokemusten jakamiseen tarkoitettut sovellukset, joissa käyttäjälle voidaan esittää toisen käyttäjän kokema konteksti.

Brownin ryhmän eri sovellustyypeistä löytyy useita yhtymäkohtia Deyn ja Schilitin ryhmän luokitteluihin. Brownin ryhmän menneiden tapahtumien muistin omaavat sovellukset osuvat Deyn kategorioissa kohtaan "kontekstin liittäminen informaatioon myöhemmän haun tueksi", sillä molemmissa käytetään tiedonhaun tueksi tietoa kontekstista. Sekä proaktiivisesti virittyvät että käyttäytymistapoja optimoivat sovellukset sopivat Deyn "palvelun automaattinen suorittaminen" -kategoriaan. Schilitin ryhmän "läheisyysvalinta kontekstista saadun informaation avulla" -luokkaan sijoittuvat sovellukset voivat puolestaan olla samanlaisia kuin Brownin ryhmän vuorovaikutusta helpottavat sovellukset, mikäli kyseessä on informaation (esimerkiksi dokumenttien) vaihto. Toisaalta Brownin ryhmän tulevan kontekstin

muistuttajat vastaavat Schilitin ryhmän "kontekstin ansioista automaattisesti aloitetut toiminnot" -luokkaa ja Deyn "palvelun automaattinen suorittaminen" -kategoriaa.

Brownin ryhmän luokittelu on hyvin lupaava, mutta silläkin on ainakin yksi puute: luokittelun luokat eivät ole toisiaan poissulkevia. Esimerkiksi vuorovaikutusta helpottavat sovellukset voidaan todennäköisesti sijoittaa myös kokemusten jakoa helpottaviin sovelluksiin ja samoin käyttäytymistäpoja optimoivat sovellukset voivat olla myös kokemusten jakoa helpottavia sovelluksia tai proaktiivisesti virittyviä sovelluksia. Luokittelussa ei ole siis huomioitu sovelluksia, jotka käyttävät hyväkseen useampaa kuin yhtä ideaa.

3.4. Jokapaikan tietotekniikan sovelluksen käyttötarkoituksen huomioiva luokittelu

Rehman [2001] on tehnyt edellä esiteltyjä luokitteluja soveltaen yhdeksänluokkaisen luokittelun:

1. aktiiviset ympäristöt
2. ihmiseen lisätyt sovellukset
3. automaattisesti mukautuvat laitteet
4. tietoisuutta lisäävät sovellukset
5. oppaat
6. syötelaitteet
7. liikkuvuutta tukevat sovellukset
8. henkilökohtaisen informaationhallintasovellukset
9. muistuttajat

Rehmanin pyrkimyksenä on ollut rakentaa luokittelu, jolla voisi jakaa jokapaikan tietotekniikan sovellusten valtavan määrän mahdollisimman yksityiskohtaisiin osiin: hän itse on kerännyt tietoa 101 sovelluksesta, joka on kuitenkin vain pieni osa alalla tehdyistä sovelluksista [Rehman, 2001]. Suurimpana ongelmana Rehmanin luokittelussa on sen luokkien olemattomat kuvaukset: kunkin luokan määritelmä pitää itse päätellä luokan alle kootuista sovelluksista. Lisäksi Rehmanin luokkien alkuperäiset nimet eivät ole tarpeeksi kuvaavia, joten lukijan on kohtuullisen vaikea itse käyttää luokittelua. Rehmanin luokittelu on kuitenkin hyvin käytännönläheinen, mikä varmasti johtuu erilaisten olemassa olevien sovellusten tarkastelusta, ja luokittelu erottelee sovellukset ominaisuuksien ja käyttötarkoitusten perusteella.

Koska Rehmanin oman luokittelun perustana on ollut aiemmin esiteltyt luokittelut, näkyy Rehmanin luokittelussa selviä yhteneväisyyksiä näihin luokitteluihin. Sovellukset, jotka tarkkailevat kontekstia ja suorittavat tehtävän automaattisesti oikean kontekstin ilmaantuessa, ovat katettuna kaikissa edellä

esitellyissä luokitteluissa: Rehman kutsuu näitä muistuttajiksi, Brownin ryhmä tulevan kontekstin muistuttajiksi, Deyn luokittelussa sovellukset sopivat "palvelun automaattinen suorittaminen" -kategoriaan ja Schilitin ryhmän nelikentässä "kontekstin ansiosta automaattisesti aloitetut toiminnot" -luokkaan. Rehmanin automaattisesti mukautuvat laitteet vastaavat puolestaan selvästi Schilitin ryhmän "automaattinen mukautuminen kontekstin muuttuessa" -luokkaa.

Toisaalta Rehmanin luokittelu pureutuu paikoin hyvinkin yksityiskohtaiseen ominaisuuteen, mikä selvimmin erottaa Rehmanin luokittelun edellä esitellyistä luokitteluista. Rehmanin luokittelussa on yhtenä luokkana syötelaitteet, jonka voisi pilkkoa muihin luokkiin sen perusteella, millaiseen sovellukseen nämä pienet syötelaitteet ovat yhteydessä. Tämä on yksi esimerkki Rehmanin luokittelun yksityiskohtaisuudesta, mikä aiheuttaa hankaluuksia sovittaa sovelluksia vain yhteen luokkaan. Rehman itsekin toteaa, että hänen luokkansa eivät ole toisiaan poissulkevia, koska sama sovellus voi kuulua kahteen eri luokkaan riippuen siitä, miten sen eri ominaisuuksia painottaa [Rehman, 2001]. Samanlainen sijoittamisongelma tulee esiin myös Deyn luokittelussa, joka puolestaan on jätetty liian yleiseksi.

4. Jokapaikan tietotekniikan sovellusten luokittelu

Tutkittuani edellä esittelemiäni luokitteluja olen muodostanut oman luokittelun, joka pyrkii ottamaan huomioon edellisten luokitteluiden ansiot ja puutteet. Luokitteluni on kuusiluokkainen:

1. muistiinpanoa helpottavat sovellukset
2. muistuttavat sovellukset
3. opastavat sovellukset
4. kommunikointia tukevat sovellukset
5. viihdyttävät sovellukset
6. älykkäät ympäristöt

Seuraavassa esittelen tarkemmin muodostamani luokittelun esimerkkisovellusten avulla ja vertaan sitä aiempiin luokitteluihin.

4.1. Muistiinpanoa helpottavat sovellukset

Muistiinpanoa helpottavat sovellukset tukevat muistiinpanojen ja kokemusten tallennusta, sillä ne liittävät senhetkisen kontekstin käyttäjän itse lisäämään informaatioon. Tämä helpottaa materiaalin myöhempää hakua.

Classroom 2000 [Abowd, 1999a; 1999b] on luentojen tallentamiseen ja muistiinpanojen tekemiseen suunniteltu sovellus. Luennot koostuvat usein luennoitsijan näyttämistä kalvoista, www-sivuista ja videoista sekä hänen puheestaan ja taululle kirjoittamista huomautuksista. Sovellus videoi luennon

ja tallentaa kaikki edellä esitetyt asiat sekä yhdistää taululle tai kalvoihin tehdyn merkinnän videoon luennosta. Sovellus, jossa opiskelijat voivat kerrata luentoa, sisältää luennon tapahtumista muodostetun aikajanan, johon on yhdistettynä luennosta tallennettu video ja kaikki luennolla esitetyt asiat. Näin opiskelija pystyy katselemaan ja kuuntelemaan luennon uudestaan, mikä helpottaa luentomateriaalin myöhempää opiskelua.

Forget-me-not [Lamming and Flynn, 1994] on episodisella muistilla varustettu sovellus, joka on sijoitettu pieneen, kannettavaan ParcTab-laitteeseen. Episodinen muisti ihmisellä tarkoittaa muistiamme menneistä tapahtumista ja niihin liittyvistä konteksteista, ja samalla tavoin Forget-me-not toimii menneiden tapahtumien muistina. Forget-me-not kerää tietoa käyttäjän toimista ja tallentaa ne muistiinsa, episodiseksi muistiksi, myöhempää hakuja odottamaan. Tällainen episodinen muisti tukee myös tiedonhakuamme, sillä usein muistamme kontekstin tai osan siitä, mutta emme esimerkiksi lukemamme artikkelin nimeä tai tapaamamme ihmistä. Forget-me-not -sovellus tallentaa muistiinsa esimerkiksi tiedon käyttäjän soittamista ja vastaanottamista puhelusta aikaleiman, puhelinnumeron ja puhelun keston kanssa. Jos käyttäjä tapaa toisen samanlaisesta laitteesta käyttävän ihmisen, sovellus voi tallentaa tiedot tapaamisesta käyttäen avuksi tietojen vaihtoa toisen laitteen kanssa. Samoin laite voi kerätä ja tallentaa tietoa tietokoneella tehdyistä töistä, dokumenttien vaihdosta ja käyttäjän liikkeistä toimistorakennuksessa. Näistä tiedoista voidaan myöhemmin hakea tietoa joko suoraan ajankohdalla tai vain osalla tallennetusta kontekstista.

4.2. Muistuttavat sovellukset

Muistuttavat sovellukset tarkkailevat kontekstia voidakseen suorittaa käyttäjän niille antaman toiminnon kohdatessaan oikean kontekstin. Tällaiset sovellukset voivat helpottaa käyttäjän tulevaisuuteen suuntautuvaa muistitaakkaa.

Stick-e-note [Brown et al., 1997] on elektronisena muistilappuna toimiva, mukana kulkeva sovellus. Muistilappu ilmestyy käyttäjän laitteen näytölle, kun käyttäjä siirtyy kontekstiin, joka vastaa muistilappuun merkittyä kontekstia. Sovelluksessa olevat muistilaput noudattavat standardia muotoa, joten ihmiset voivat myös jakaa ja vaihtaa muistilappujaan. Muistilapuista voidaan myös muodostaa kokonainen muistilappudokumentti, joka toimii esimerkiksi opaskirjana, joka aktivoituu muistilappu muistilapulta käyttäjän liikkeessä.

4.3. Opastavat sovellukset

Opastavat sovellukset ohjaavat käyttäjää tarjoamalla kontekstille relevanttia tietoa. Tällainen relevantti tieto voi olla esimerkiksi muistutus käyttäjän toiminnasta aiemmin samanlaisessa kontekstissa, ohje tarvittavasta toiminnasta tehtävän suorittamiseksi tai ohje senhetkisen tehtävän suorittamisen optimointiin.

Cyberguide [Abowd et al., 1997] on pienessä, kannettavassa laitteessa toimiva opas, joka tarkkailee kontekstia ja tarjoaa käyttäjälle opastusta kontekstin perusteella. Sovellusta voidaan käyttää sekä ulkona että sisällä, ja erityisesti se on tarkoitettu käyttäjälle, joka liikkuu uudessa, oudossa paikassa. Opas tarjoaa käyttäjälleen interaktiivisia karttoja sekä tietoja esimerkiksi nähtävyyksistä ja ajanviettopaikoista.

4.4. Kommunikointia tukevat sovellukset

Kommunikointia tukevien sovellusten tarkoituksena on helpottaa ja edesauttaa käyttäjien välistä kommunikointia. Tämä voi tapahtua joko mahdollistamalla esimerkiksi kokemusten ja dokumenttien jaon tai lisäämällä tietoisuutta mahdollisista kommunikointikumppaneista.

Satchel [Lamming et al., 2000] on käyttäjien välistä kommunikointia helpottava sovellus, joka mahdollistaa nopean pääsyn dokumentteihin paikasta riippumatta. Sovellusta käytetään PDA-laitteella, joka on helpompi kuljettaa mukana kuin esimerkiksi kannettava tietokone. Sovelluksen avulla käyttäjä voi ottaa yhteyden oman toimistonsa tietokoneeseen riippumatta siitä, missä päin maailmaa hän on, ja siirtää toimiston tietokoneelta dokumentteja PDA-laitteeseensa ja siitä edelleen esimerkiksi toisen käyttäjän tietokoneelle. Tällainen sovellus auttaa käyttäjiä esimerkiksi työskentelemään ryhmässä ja poissa omalta työpisteeltä, koska he voivat vaihtaa tärkeitä dokumentteja nopeasti mukana kulkevilla laitteilla.

Active Badge -paikannusjärjestelmä [Want et al., 1992] on esimerkki käyttäjien välistä kommunikointia edesauttavasta sovelluksesta. Active Badge on sisätiloihin, esimerkiksi toimistorakennukseen, tarkoitettu paikannusjärjestelmä, jolla pystytään seuraamaan työntekijöiden liikkeitä. Jokaisella työntekijällä on nimilapunkokoinen Active Badge, joka lähettää infrapunasiignaaleja sensoreille, jotka puolestaan lähettävät tiedon henkilöiden liikkeistä järjestelmälle. Active Badge -sovelluksen avulla toiset käyttäjät voivat tarkistaa, missä ihminen, johon he toivovat saavansa yhteyden, sillä hetkellä on. Tämä puolestaan poistaa turhat matkat toisen tyhjälle työhuoneelle ja siten myös helpottaa kommunikointia.

4.5. Viihdyttävät sovellukset

Viihdyttävien sovellusten pääasiallinen tarkoitus on tarjota viihdykettä yhdelle tai useammalle henkilölle. Tällaisia sovelluksia ovat esimerkiksi erilaiset pelit ja musiikkia käyttäjän toiveiden mukaan soittavat sovellukset.

Smart Playing Cards [Römer and Domnitcheva, 2002] on visti-korttipeliin kehitetty viihdesovellus. Vistiä pelaa neljä ihmistä kerrallaan ja jokaisella pelaajalla on oma PDA-laite, joka välittää tietoa peliä ohjaavalta tietokoneelta pelaajalle ja päinvastoin. PDA-laitteen ja tietokoneen lisäksi pelaamiseen tarvitaan tavalliset pelikortit, joten normaali pelaamisen tunnelma säilyy

apulaitteista huolimatta. Sovellus vie peliä eteenpäin ilmoittamalla pelaajille muun muassa pelivuoroista ja tikin voittamisesta, ja lisäksi sovellus estää huijaamisen, sillä se tietää jatkuvasti, mitä kortteja kullakin pelaajalla on kädessään.

4.6. Älykkäät ympäristöt

Älykkäät ympäristöt ovat kokonaisuuksia, jossa useat erilaiset laitteet kommunikoivat keskenään. Nämä laitteet voivat yksistään kuulua luokittelun eri luokkiin, mutta yhdistettynä ne muodostavat älykkään ympäristön.

EasyLiving [Brumitt et al., 2000] on älykäs ympäristö, joka sisältää sekä perinteisiä syöte- ja tulostelaitteita (muun muassa pöytätietokone, näppäimistö, hiiri ja valkokangas) että seuranta- ja tunnistuslaitteita (muun muassa kamerat ja sormenjälkitunnistimet). EasyLiving-huone tunnistaa käyttäjiensä liikkeitä ja määrittelee siten, missä ja minkä laitteen ääressä eri käyttäjät ovat. Huoneessa käyttäjät pystyvät työskentelemään erilaisilla laitteilla joko yksin tai yhdessä. Jokaiselta huoneessa olevalta päätteeltä käyttäjä pääsee käsiksi esimerkiksi omaan tietovarastoonsa ja hän pystyy siirtämään materiaalia tietokoneelta valkokankaalle ja päinvastoin, mikä helpottaa ryhmätyötä. [EasyLiving, 2005]

4.7. Oman luokitteluni suhde edellä esitettyihin luokitteluihin

Omasta luokittelustani ja muista aiemmin esittelemistäni luokitteluista löytyy useita yhtymäkohtia, minkä voi huomata seuraavalla sivulla olevasta taulukosta (Taulukko 2). Taulukon "älykkäät ympäristöt" -rivin olen tarkoituksella jättänyt kolmen ensimmäisen luokittelun osalta täyttämättä ja Rehmanin luokittelustakin olen kirjannut riville vain aktiiviset ympäristöt. Tälle on hyvin yksinkertainen selitys: Koska älykkäissä ympäristöissä yhdistyvät erityyppiset sovellukset, riippuu myös suhde muiden luokitteluiden luokkiin ympäristössä olevista erilaisista sovelluksista. Näin ollen yhdessä ympäristössä voi olla sovelluksia useista eri luokista, jolloin periaatteessa tälle taulukon riville voi kirjata kaikkien luokitteluiden kaikki luokat.

	Schilit et al., 1994	Dey, 2001	Brown et al., 2000	Rehman, 2001
Muistiinpanoa helpottavat sovellukset		Kontekstin liittäminen informaatioon myöhemmän haun tukemiseksi	Menneiden tapahtumien muistin omaavat sovellukset	Henkilökohtaisen informaation-hallintasovellukset
Muistuttavat sovellukset	Kontekstin ansiosta automaattisesti aloitetut toiminnot	Palvelun automaattinen suorittaminen	Tulevan kontekstin perusteella muistuttavat sovellukset	Muistuttajat
Opastavat sovellukset	Läheisyysvalinta kontekstista saadun informaation avulla, Kontekstin ansiosta automaattisesti aloitetut toiminnot ja Automaattinen mukautuminen kontekstin muuttuessa	Informaation ja palveluiden esittäminen käyttäjälle ja Palvelun automaattinen suorittaminen	Proaktiivisesti virittyvät sovellukset ja Käyttäytymistapoja optimoivat sovellukset	Oppaat
Kommunikointia tukevat sovellukset	Läheisyysvalinta kontekstista saadun informaation avulla ja Automaattinen mukautuminen kontekstin muuttuessa		Vuorovaikutusta helpottavat sovellukset ja Kokemusten jakoa helpottavat sovellukset	Tietoisuutta lisäävät sovellukset ja Liikkuvuutta lisäävät sovellukset
Viihdyttävät sovellukset				
Älykkäät ympäristöt				Aktiiviset ympäristöt

Taulukko 2: Edellä esiteltyjen luokitteluiden sijoittuminen uuteen jokapaikan tietotekniikan sovellusten luokitteluun.

Luokitteluni kattaa kokonaan Brownin ryhmän ja Deyn luokittelut, ja myös Schilitin ryhmän nelikenttä on luokittelussani katettuna lukuun ottamatta "saatujen komentojen ymmärtäminen kontekstin avulla" -neljänneistä, joka kuitenkin voitaisiin kattaa ehkä jossakin opastavassa sovelluksessa. Rehmanin luokittelusta kattamatta jäävät ihmiseen lisätyt sovellukset, automaattisesti mukautuvat laitteet ja syötelaitteet. Näistä ainakin osan automaattisesti mukautuvista laitteista voisi sijoittaa omassa luokittelussani viihdyttäviin sovelluksiin, kommunikointia tukeviin sovelluksiin ja älykkäisiin ympäristöihin. Lisäksi ihmiseen lisätyt sovellukset ja syötelaitteet sijoittaisin luokittelussani luokkiin sen mukaan, mihin tarkoitukseen nämä sovellukset tai laitteet on tarkoitettu.

Kuten taulukosta näkyy on luokittelussani oleva viihdyttävät sovellukset uusi luokka muihin luokitteluihin verrattuna. Erilaiset jokapaikan tietotekniikkaan tukeutuvat pelit ja muut viihdykkeet ovat seuraava askel tutkimusalalla, sillä perinteisen tietotekniikan saralla kehitetyt viihdepelit ovat jo löytäneet paikkansa ihmisten vapaa-ajassa [Björk et al., 2002]. Tämä onkin tärkein syy siihen, että luokka on osa muodostamaani luokittelua.

5. Keskustelua

Omaa luokittelua muodostaessani yritin ottaa huomioon aiempien luokitteluiden puutteet, ja pyrin muodostamaan luokkia, jotka ovat selkeitä, hyvin määriteltyjä ja kuvaavasti nimettyjä. Uskoakseni onnistuin tässä tavoitteessani hyvin, vaikka mukana onkin "älykkäät ympäristöt" -luokka, joka kattaa osaksi muut luokat. Älykkäät ympäristöt ovat kuitenkin yksi jokapaikan tietotekniikan johtavista ajatuksista, joten se ansaitsee mielestäni oman luokan päällekkäisyyksistä huolimatta. Jokapaikan tietotekniikka on vielä kehitysvaiheessa oleva tutkimusala, joten luokittelun tekijän pitäisi yrittää ennustaa tulevaisuudessa kehitettäviä sovelluksia ja huomioida myös ne luokittelua muodostaessaan. Itse olen ottanut luokitteluuni mukaan, omasta mielestäni, tulevaisuudessa esiin nousevan alueen, jokapaikan tietotekniikan pelit.

Haluan vielä tuoda esiin kaksi luokitteluiden muodostamiseen yleensä liittyvää kysymystä, joista ensimmäinen on jo edellä esitellyissä luokitteluissa viitattu kysymys luokittelun yleisyydestä ja yksityiskohtaisuudesta. Deyn luokittelussa ongelmana oli luokittelun kategorioiden yleisyys ja Rehmanin luokittelussa ongelmana oli puolestaan luokkien yksityiskohtaisuus. Onko luokittelulla, jolla ei pystytä luokittelemaan sovelluksia täysin yksiselitteisesti, minkäänlaista käytännön merkitystä? Mielestäni on, sillä Deyn tai Rehmaninkaan luokittelut eivät ole täysin käyttökelvottomia, vaikka niissä puutteensa onkin. Hieman puutteellisellakin luokittelulla voidaan lajitella suuri osa sovelluksista omiin luokkiinsa. Yleiselle tasolle jäävää luokittelua voidaan käyttää apuna ensimmäisen tason erottelussa ja luokittelua voidaan laajentaa tai muokata omiin tarpeisiin sopivammaksi. Yksityiskohtaista luokittelua voidaan käyttää esimerkiksi luokittelemalla sovellukset näiden tärkeimmän tai selkeän etulyöntiaseman antavan ominaisuuden mukaan.

Toinen kysymys koskee luokittelun luokkien määrää. Tämä kysymys on suoraan yhteydessä kysymykseen luokittelun yleisyydestä tai yksityiskohtaisuudesta. Rehmanin luokittelu, joka on paikoin hyvinkin yksityiskohtainen, sisältää myös paljon luokkia, kaiken kaikkiaan yhdeksän. Luokkien määränä yhdeksän on kohtalaisen suuri ja tämä tekee luokittelusta ehkä hieman vaikeasti käytettävän. Toisaalta Schilitin ryhmän luokittelussa on vain neljä luokkaa ja Deyn luokittelussa ainoastaan kolme. Näissä luokitteluissa luokkien vähäinen määrä on selvästi luokitteluiden huono puoli ja aiheuttaa sen, että luokitteluista puuttuu joitain kontekstietoisten sovellusten tärkeimmistä ominaisuuksista. Brownin ryhmän kuusiluokkainen luokittelu vaikuttaa luokkiensa määrältä sopivimmalta, sillä luokkien määrä tarjoaa mahdollisuuden tarkempaan erotteluun, mutta silti luokat ovat vielä muistettavissa ja siten helpommin käytettävissä.

Kuten aiemmin olen todennut, erinomaisen luokittelun tekeminen ei ole helppoa, ellei jopa mahdotonta. Erityisen haasteen antaa ala, joka on materiaaliltaan niinkin monipuolinen kuin jokapaikan tietotekniikka. Mikäli erinomaisen luokittelun tekeminen on mahdotonta niin, millainen tulisi kompromissin olla luokittelun kattavuuden ja selkeyden tai yksityiskohtaisuuden ja yleisyyden välillä?

Viiteluettelo

- [Abowd, 1999a] Gregory D. Abowd, Software Engineering Issues for Ubiquitous Computing. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering* (1999), 75-84.
- [Abowd, 1999b] Gregory D. Abowd, Classroom 2000: An experiment with the instrumentation of a living educational environment. *IBM Systems Journal: Special issue on Pervasive Computing* **38**, 4 (October 1999), 508-530.
- [Abowd et al., 1997] Gregory D. Abowd, Christopher G. Atkeson, Jason Hong, Sue Long, Rob Kooper and Mike Pinkerton, Cyberguide: A Mobile Context-aware Tour Guide. *ACM Wireless Networks* **3** (1997), 421-433.
- [Abowd and Mynatt, 2000] Gregory D. Abowd and Elizabeth D. Mynatt, Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* **7**, 1 (March 2000), 29-58.
- [ATK-sanakirja, 2003] *ATK-sanakirja*. Talentum, Helsinki (2003).
- [Björk et al., 2002] Staffan Björk, Jussi Holopainen, Peter Ljungstrand and Regan Mandryk, Special Issues on Ubiquitous Games. *Personal and Ubiquitous Computing* **6** (2002), 358-361.
- [Brown et al., 1997] Peter J. Brown, John D. Bovey and Xian Chen, Context-Aware Applications: from the Laboratory to the Marketplace. *IEEE Personal Communications* **4**, 5 (1997), 58-64.
http://www.cs.kent.ac.uk/archive/people/staff/pjb/papers/personal_commms.html (12.6.2005).
- [Brown et al., 2000] Peter Brown, Winslow Burleson, Mik Lamming, Odd-Wiking Rahlff, Guy Romano, Jean Scholtz and Dave Snowdon, Context-awareness: Some Compelling Applications.
<http://www.dcs.ex.ac.uk/~pjbrown/papers/acm.html> (12.6.2005).
- [Brumitt et al., 2000] Barry Brumitt, Brian Meyers, John Krumm, Amanda Kern and Steven A. Shafer, EasyLiving: Technologies for Intelligent Environments. In: *Proceedings of the 2nd International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing* (September 2000), 12-29.
- [Dey, 2001] Anind K. Dey, Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing* **5** (2001), 4-7.
- [Dix et al., 2004] Alan Dix, Janet Finlay, Gregory D. Abowd and Russell Beale, *Human-Computer Interaction*. Pearson Education Limited, (2004).

- [EasyLiving] EasyLiving, Microsoft.
<http://research.microsoft.com/easyliving/> (12.6.2005).
- [Lamming et al., 2000] Mik Lamming, Marge Eldridge, Mike Flynn, Chris Jones and David Pendlebury, Satchel: Providing Access to Any Document, Any Time, Anywhere. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* **7**, 3 (September 2000), 322-352.
- [Lamming and Flynn, 1994] Mik Lamming and Mike Flynn, "Forget-me-not": Intimate Computing in Support of Human Memory. In: *Proceedings of FRIEND21, '94 International Symposium on Next Generation Human Interface, Japan* (1994). <http://www.xrce.xerox.com/Publications/Search-Publications.php> (12.6.2005).
- [Lyytinen and Yoo, 2002] Kalle Lyytinen and Youngjin Yoo, Issues and Challenges in Ubiquitous Computing. *Communications of the ACM* **45**, 12 (December 2002), 62-65.
- [Preece et al., 2002] Jennifer Preece, Yvonne Rogers and Helen Sharp, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons, Inc., (2002).
- [Rehman, 2001] Kasim Rehman, 101 Ubiquitous Computing Applications. http://www-lce.eng.cam.ac.uk/~kr241/html/101_ubicomp.html (12.6.2005).
- [Römer and Domnitcheva, 2002] Kay Römer and Svetlana Domnitcheva, Smart Playing Cards: A Ubiquitous Computing Game. *Personal and Ubiquitous Computing* **6** (2002), 371-377.
- [Schilit et al., 1994] Bill Schilit, Norman Adams and Roy Want, Context-Aware Computing Applications. In: *Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications* (December 1994), 85-90.
- [Tennenhouse, 2000] David Tennenhouse, Proactive Computing. *Communications of the ACM* **43**, 2 (May 2000), 43-50.
- [Want et al., 1992] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao and Jonathon Gibbons, The Active Badge Location System. *ACM Transactions on Information Systems* **10**, 1 (January 1992), 91-102.
- [Weiser, 1991] Mark Weiser, The Computer for the 21st Century. *Scientific American* **265**, 3 (September 1991), 94-104.
- [Weiser, 1993] Mark Weiser, Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing. *Communications of the ACM* **36**, 7 (July 1994), 75-84.
- [Weiser and Brown, 1996] Mark Weiser and John Seely Brown, The Coming Age of Calm Technology. Xerox PARC, (October 5, 1996)
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/acmfuture2endnote.htm>
 (12.6.2005).

Hakukoneet tiedonhakua tukemassa

Noora Hirvijoki

Tiivistelmä.

Tutkielma esittelee web-tiedonhakuun liittyviä ongelmia tiedonhakuprosessin eri vaiheissa ja hakukoneiden käyttöliittymien antamaa tukea hakuprosessin aikana. Ongelmissa erityistä huomiota kiinnitetään kyselyn muodostamiseen, hakukoneiden tekemiin automaattisiin muotoiluihin ja hakutulosten tulkintaan. Nykyiset hakukoneet eivät tue tiedonhakua kovinkaan näkyvästi, mutta tutkimuksien yhteydessä on esitelty useita erilaisia sovelluksia, joiden tarkoitus on helpottaa ja tehostaa tiedonhakua. Esiteltävät hakukoneet ja muut hakujärjestelmät ovat hyvin erilaisia riippuen siitä, mitä haun vaihetta järjestelmä tukee ja millä tavalla. Esimerkit vaihtelevat 3D-mallinnuksista näyttekuvien käyttöön hakutulostilassa. Varsinaista johtopäätöstä käyttöliittymien keskinäisestä paremmuudesta tutkielma ei anna, vaan paremminkin pyritään kattavaan esitykseen tarjotuista vaihtoehdoista ja niiden hyvistä ja huonoista puolista.

1. Johdanto

Internetin käyttäjäkunta on hyvin laaja, ja käyttäjiä on kaikenlaisia. Toisaalta löytyy tiedonhaun ammattilaisia, toisaalta kokeneita tietokoneiden ja Internetin käyttäjiä, ja suuri ryhmä ovat myös ne käyttäjät, joilta puuttuu molempien alojen taitoja. Käyttäjien eroista huolimatta olisi kuitenkin toivottavaa, että kaikki käyttäjät pystyisivät hakemaan tietoa Internetistä ilman suuria ongelmia, ja hakukoneen käyttöliittymällä on tämän tavoitteen saavuttamisessa merkittävä rooli.

Internetin erikoisuus on sen sisältämän aineiston laajuus ja vaihtuvuus. WWW-sivut sisältävät tyypillisesti monentyyppistä aineistoa tekstistä ja kuvista erilaisiin multimediatekniikoihin. Dokumentteja on kymmenillä eri kielillä ja kirjoitusmerkistöllä, mikä myös osaltaan vaikuttaa hakutulosten esittämiseen. Jonkinasteinen ongelma on myös aineiston muuttuvuus; joitakin sivuja päivitetään useita kertoja päivässä, toisia ei päivitetä lainkaan niiden julkaisun jälkeen. Sivuja myös poistetaan, mikä saattaa aiheuttaa sen, että hakukone tarjoaa hakutulokseksi sivuja, joita ei ole enää olemassa tai jotka ovat muuttuneet merkittävästi sivun indeksoinnin jälkeen. Kaikki nämä Internetin piirteet vaikuttavat jollain tavalla hakukoneisiin, ja usein ne pitäisi huomioida myös hakukoneiden käyttöliittymiä suunniteltaessa.

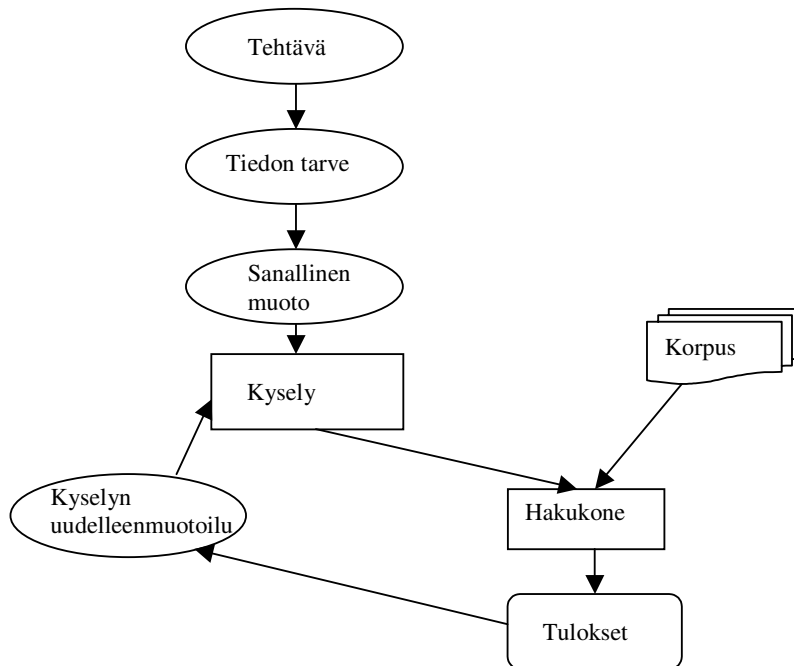
Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mitä erilaisia tapoja tiedonhaun tukemiseen löytyy hakukoneiden käyttöliittymien osalta. Seuraavassa kappaleessa esitellään yleisiä tiedonhakuprosessiin liittyviä periaatteita ja web-tiedonhaun erityispiirteitä. Kappaleessa 3 on tarkastellaan erilaisia ongelmia, joita tiedonhakijat ovat kohdanneet käyttäessään Internetin hakukoneita. Ongelmat saattavat liittyä niin hakulausekkeen muotoiluun kuin hakutulostilan tulkintaan tai esimerkiksi itse hakukoneen toimintaperiaatteiden ymmärtämiseen. Tämän jälkeen tutustutaan erilaisiin tiedonhakukäyttöliittymiin tai niiden komponentteihin, jotka on suunniteltu estämään jonkin ongelman syntyä tai vähentämään sen merkitystä hakuprosessissa. Kappaleessa 5 tehdään huomioita käyttöliittymien sopivuudesta erilaisiin hakutehtäviin. Lopuksi esitellään yhteenvetona tärkeimmät löydökset ja hahmotellaan jatkotutkimuksen aiheita.

2. Web-tiedonhakuprosessi

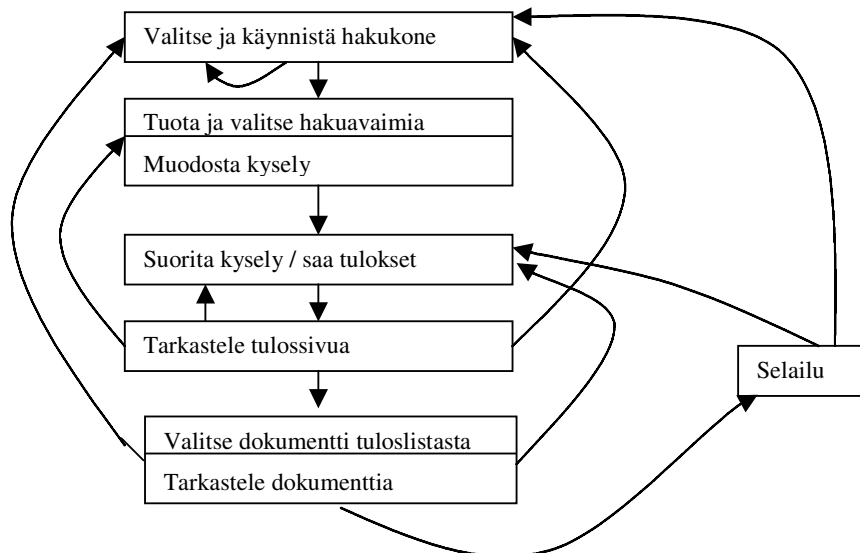
Jotta voidaan tunnistaa tiedonhakuun liittyviä ongelmia, on muodostettava käsitys Internetissä tapahtuvasta tiedonhausta hakuprosessina. Perinteinen tiedonhakumalli [van Rijsbergen, 1979] sisältää tiedontarpeen, josta muodostetaan kysely, joka täsmäytetään tietokannan dokumenttien kanssa. Tulosten perusteella muodostetaan tarvittaessa uusi kysely, joka taas täsmäytetään dokumentteihin. Broder [2002] on muokannut mallia WWW-tiedonhakuun paremmin sopivaksi, kuten kuvassa 1 on esitetty, lisäämällä siihen tietokoneen ja käyttäjän vuorovaikutusta sekä kognitiivista prosessointia. Tässä tutkielmassa keskitytään erityisesti kyselyn muodostamiseen ja tulosten tulkintaan liittyviin toimintoihin. Tulosten tulkintaan liittyvät kiinteästi tiedonhaun käsitteet *saanti* ja *tarkkuus*, joista saanti kuvaa kuinka hyvin tietokannassa olevat relevantit dokumentit haulla löydetään ja tarkkuus relevanttien dokumenttien määrää hakutuloksissa suhteessa epärelevantteihin dokumentteihin.

Hölscher ja Strube [2000] ovat tutkineet yksityiskohtaisesti suoraa vuorovaikutusta hakijan ja hakukoneen välillä, ja muodostaneet mallin kuvaamaan hakuprosessia. Kuva 2 esittää mallin hieman yksinkertaistettuna tämän tutkimuksen tarpeisiin. Malli kuvaa tiedonhaun etenemistä ja siihen sisältyviä vaihtoehtoisia etenemistapoja, jotka Hölscher ja Strube löysivät tutkimuksessaan. Mallissa kyselyn muodostamiseen sisältyy myös hakuavainten valinta, johon hakukoneita tutkittaessa ei kuitenkaan kiinnitetä yleensä huomiota. Tästä syystä tämä hakuprosessin vaihe jää tässäkin tutkimuksessa vähälle huomiolle. Huomattavaa tässä mallissa kuitenkin on se, että käyttäjät eivät välttämättä etene hakuprosessissa lineaarisesti, vaan

saattavat palata johonkin aikaisempaan vaiheeseen lähes missä hakuprosessin vaiheessa tahansa.



Kuva 1. Perinteinen tiedonhakumalli Internet-tiedonhaulle mukautettuna [Broder, 2002]



Kuva 2. Vuorovaikutus hakukoneen kanssa. Hölscherin ja Struben [2000] mallia mukaillen.

2.1. Tiedontarve

Internet-tiedonhakujen taustalla olevaa tiedontarvetta ja hakutehtäviä ovat luokitelleet esimerkiksi Broder [2002] ja Aula [2003]. Broder jakaa taksonomiassaan WWW-haut kolmeen pääluokkaan. *Navigoinnillisissa hauissa* (navigational query) hakija pyrkii löytämään tietyn sivun, jonka he olettavat olevan olemassa. Esimerkkinä tällaisesta hausta on jonkin yrityksen kotisivun etsiminen. *Tiedolliset haut* (informational query) pyrkivät hankkimaan tietoa ilman mielikuvaa tietystä sivusta ja *toiminnallisten hakujen* (transactional query) tarkoitus on löytää sivu, jolla voi toteuttaa vuorovaikutteista toimintaa, esimerkiksi siirtää tiedostoja tai tehdä ostoksia. Aula jakaa hakutyypit hieman eri tavalla *faktaa etsiviin* (fact-finding), *tutkiviin* (exploratory) ja *perusteellisiin* (comprehensive) *hakuihin*, joista ensimmäisellä haetaan yksittäistä faktaa, toisella yleiskuvaa asiasta ja viimeisellä kaikkea mahdollista aiheeseen liittyvää. Mielestäni tätä Aulan luokittelua voidaan pitää Broderin taksonomiassa tiedollisten hakujen alakohtana, vaikka esimerkiksi toiminnallista hakua voidaan pitää myös jonkinasteisena faktaa etsivänä hakuna. Tämän tutkimuksen tarkoituksiin suoraviivaisempi näkemys on aivan riittävä.

Web-tiedonhakuprosessia ja erilaisia hakuluokitteluja tarvitaan, kun yritän selvittää, kuinka kattavasti eri tiedonhaun näkökulmia on huomioitu käyttöliittymän tukitoimintoja suunniteltaessa. On todennäköistä, että johonkin hakuprosessin vaiheeseen tai tiedonhakutyyppiin ei ole kiinnitetty lainkaan tai vain hyvin vähän huomiota eikä siis kaikkia tiedonhakutarpeita ole tuettu riittävästi.

3. Ongelmia tiedonhaussa

Tunnetusti kokemattomilla käyttäjillä on usein vaikeuksia hakujärjestelmien käytössä, mistä johtuen varsinkin aikaisemmin tiedonhakuja tekivät lähinnä tiedonhaun ammattilaiset kuten informaattikot. Hakukoneet ovat tuoneet tiedonhaun kaikkien ulottuville, ja samalla ovat lisääntyneet myös erilaiset ongelmat hakujen teossa ja hakujärjestelmien käytössä. Tässä kappaleessa käsitellään tiedonhakuprosessin eri vaiheisiin liittyviä ongelmia, jotka tyypillisesti johtavat heikkoon hakutulokseen tai jopa haun täydelliseen epäonnistumiseen.

3.1. Kyselyn muodostus

Yksi tiedonhakuprosessin vaikuttavimmista tekijöistä on kyselyn muodostaminen, jonka epäonnistuminen saattaa aiheuttaa koko hakuprosessin epäonnistumisen. Kyselyn muotoilussa merkittäviä tekijöitä ovat käytettyjen hakuavainten lisäksi ainakin käytetyt operaattorit, esim. Boolean operaattorit, ja

hakuavainten lukumäärä. Tyypilliset WWW-haut ovat lyhyitä, esimerkiksi Jansen ja Spink [2005] saivat hakukoneen lokitutkimuksessaan tuloksen, jonka mukaan 84 % hauista koostuu 1-3 hakuavaimesta. Useissa tutkimuksissa on vertailtu hakulausekkeen muotoilua tiedonhakijoiden kokemuksen suhteen [Hölscher and Strube, 2000]. Hakuavainten lukumäärän suhteesta tietokoneiden/Internetin käyttökokemukseen on ristiriitaisiakin tutkimustuloksia. Aulan tutkimuksessa [2003] kokeneet käyttäjät tekivät pidempiä hakulausekkeitä, ja toisaalta Hölscher ja Strube [2000] saivat omassa tutkimuksessaan tuloksen, jonka mukaan kokemuksella ei ollut vaikutusta, vaan aiheen tuttuudella. Aulan tutkimuksessa aiheen tuttuudella puolestaan ei ollut vaikutusta.

Erilaisten operaattorien käyttö vaatii käyttäjältä jonkin verran opettelua. Tämä aiheuttaa ongelmia hakulausekkeen muotoilussa, jos käyttäjä ei ole kokenut hakukoneiden käyttäjä. Hölscher ja Strube [2000] löysivät lähes joka viidennestä kokemattoman Internetin käyttäjän kyselystä jonkinlaisen operaattorivirheen, ja samansuuntaisen tuloksen sai myös Aula [2003]. Toisaalta tutkimuksen mukaan kokemattomat käyttäjät myös käyttävät huomattavasti vähemmän operaattoreita kuin kokeneet Internetin käyttäjät. Myös tähän tutkimuskysymykseen on Aula saanut jonkin verran eriäviä tuloksia [Aula, 2003]. Hänen tutkimuksessaan kokemattomimmat käyttäjät käyttivät enemmän operaattoreita, tosin joissain tilanteissa turhaan (esim. hakukoneen oletusoperaattorit). Kvantitatiivisessa lokitutkimuksessa Jansen ja Spink [2005] ovat kuitenkin huomanneet Boolean operaattorien käytön lähes olemattomaksi, joten ongelma ei todennäköisesti ole todellisuudessa niin suuri kuin pienten ryhmien hakuja tutkineet tutkimukset antavat ymmärtää.

3.2. Hakukoneiden tekemät automaattiset kyselyn muotoilut

Merkittäviä ongelmia on ilmennyt myös erilaisten hakukoneiden toimintaperiaatteiden hahmottamisessa. Erityisesti automaattisen kyselymuotoilun toiminta on ollut useissa tutkimuksissa epäselvää hakijoille [Aula, 2003]. Muramatsu ja Pratt [2001] ovat kiinnittäneet huomiota hakukoneiden käyttämään neljään kyselyn muotoilutekniikkaan: automaattisten Boolean operaattoreiden lisäys, ns. sulkusanojen (stop words) poisto, suffiksien laajennus ja hakuavainten järjestys haussa.

Monille käyttäjille on epäselvää, mikä on hakukoneen käyttämä oletusoperaattori, eikä kaikille ole edes selvää, että kyselyyn on ylipäänsä lisätty jokin operaattori [Muramatsu and Pratt, 2001]. Myös Aula on huomannut saman ilmiön, sillä varsinkin kokemattomat käyttäjät lisäsivät tutkimuksessa turhia operaattoreita, jotka hakukone olisi lisännyt automaattisesti [2003]. Toinen operaattoreiden käyttöön liittyvä ongelma on, että aina käyttäjät eivät huomaa käyttävänsä operaattoreita hakuavaimina.

Esimerkiksi *-merkki on joissain järjestelmissä jokerimerkki (sopii mihin tahansa merkkiin), jolloin haettaessa yritystä E*Trade, voivat tulokset olla täysin odottamattomia [Shneiderman et al., 1998].

Sulkulistalla olevien sanojen käyttö hakutermeinä aiheuttaa myös paljon ongelmia. Useilla hakukoneilla on sulkulista, joka koostuu yleisistä sanoista, jotka poistetaan automaattisesti kyselystä. Lisäksi on monet käsittelevät operaattoreiksi miellettyjä sanoja sulkusanoina, mikä aiheuttaa hämmennystä käyttäjissä [Shneiderman et al., 1998]. Esimerkiksi Muramatsun ja Prattin tutkimuksessa [2001] käytetty kysely "to be or not to be" sisälsi tietyssä hakukoneessa käytettynä ainoastaan sulkusanoja, minkä vuoksi kysely ei tuottanut ainuttakaan tulosedokumenttia.

Hakuavainten automaattinen muotoilu, esimerkiksi stemmaus ei ole samassa laajuudessa ongelma kuin esimerkiksi sulkulistojen käyttö. Useimmat hakukoneet eivät käytä stemmausta, mutta esimerkiksi suffiksien automaattinen lisäys hakuavaimiin on käytössä joissain järjestelmissä. Muramatsu ja Pratt [2001] huomasivat, että käyttäjät tuntuvat oletettavan tällaisen toiminnallisuuden sisältyvän hakukoneisiin, vaikka se todellisuudessa on melko harvinaista.

Hakuavainten järjestyksellä kyselyssä saattaa myös olla merkitystä hakukoneen tuottamille tuloksille. Päinvastoin kuin suffiksien lisäämisessä, käyttäjät eivät oleta hakuavainten järjestyksellä olevan merkitystä, vaikka monissa suosituissa hakukoneissa sanoja yritetään etsiä juuri annetussa järjestyksessä [Muramatsu and Pratt, 2001].

3.3. Hakutulosten tulkinta

Perinteisesti hakukoneet ovat esittäneet haun tulokset listamuodossa relevanssin mukaan järjestettynä. Jansen ja Spink [2005] käsittelevät tutkimuksessaan juuri tätä esitysmuotoa, ja tulosten mukaan yli 70 % kyselyistä hakija katsoo vain ensimmäistä hakutulossivua. Tämä tarkoittaa useimmissa hakukoneissa vain kymmentä ensimmäistä tulosedokumenttia. Samassa tutkimuksessa selvitettiin myös katsottujen dokumenttien lukumäärää, mikä oli vain 2,5 dokumenttia yhtä kyselyä kohti, ja yli 90 % tapauksista dokumentteja katsottiin korkeintaan viisi [Jansen and Spink, 2005].

Tuloslistan lukutapaa on myös tutkittu esimerkiksi lukujärjestyksen kannalta [esim. Klöckner et al., 2004]. Useimmat hakijat käyvät tuloslistaa läpi tiukasti syvyys-ensin -järjestyksessä eli sijoituksen mukaisessa järjestyksessä, mutta merkittävä osa käyttää myös muita menetelmiä, lähinnä käymällä ensiksi listaa läpi ainakin jossain määrin ja vasta tämän jälkeen tutustumalla yksittäisiin dokumentteihin [Klöckner et al., 2004]. Toisen, katseenseurantalaitteella tehdyn tutkimuksen mukaan hakijat lukevat Google-hakukoneen tarjoamista dokumenttien tiivistelmistä tarkemmin vain listan

kaksi ensimmäistä, ja erityisesti dokumentin valintaan vaikuttaa negatiivisesti dokumentin alhainen sijoitus listalla ja tästä johtuva sivun vierityksen tarve [Granka et al., 2004].

Jotta käyttäjä voisi arvioida dokumentin relevanssin alustavasti jo tuloslistan perusteella, pitää käyttäjälle tarjota jonkinlaisia tietoja dokumentista. Tyypillinen tapa esittää informaatiota on tiivistelmä tai tekstinäyte dokumentista. Ongelmana kuitenkin on näyttötilan rajallisuus ja tekstin lukemiseen kuluva aika [Veerasamy and Belkin, 1996]. Tiivistelmien hyödyllisyyttä ei ole muutenkaan juuri tutkittu, lukuun ottamatta Aulan tutkimusta [2004], jossa ongelmaksi havaitaan kolmen pisteen (...) käyttö kuvaamaan katkosta tiivistelmässä. Tämä on ongelmallista, sillä pisteet (*ellipsis*) merkitsevät useita asioita, eivätkä kuitenkaan kuvaa sitä, että ne ovat vain lista dokumentista löytyneitä lauseita.

Mielestäni hakutulosten esittämisessä tärkeintä on tarjota hakijalle tarpeeksi informaatiota, jotta hän voi nopeasti ja vaivattomasti löytää haulle relevantit dokumentit. Koska hakukoneiden käyttäjät eivät näytä haluavan käyttää aikaa tuloslistausten lukemiseen, ja pyrkivät siis löytämään relevantin dokumentin/relevantit dokumentit mahdollisimman helposti, on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota tapaan, jolla tulokset esitetään. Tuloslistan vaatima vuorovaikutus, esimerkiksi sivun vieritys näyttää myös olevan haitallista tulosten läpikäynnille, ja perinteinen hakukoneiden käyttämä dokumenttien esittelytapakaan ei vaikuta olevan paras mahdollinen.

3.4. Kyselyn uudelleenmuotoilu

Tärkeä vaihe tiedonhakuprosessissa on hakujen iterointi. Tästä huolimatta suurin osa käyttäjistä kuitenkin tekee hakuaiheestaan vain yhden kyselyn [Jansen and Spink, 2005]. Tähän saattaa olla osasyynä myös hakukoneiden käyttöliittymät, jotka eivät yleensä ohjaa käyttäjää millään tavoin kyselyn uudelleen muotoilussa.

4. Ratkaisuja tiedonhakuongelmiin

Hakukoneiden käyttöliittymiin liittyvä tutkimus on pyrkinyt lähinnä tarjoamaan vaihtoehtoisia tapoja hakutulosten käsittelyyn muiden hakuprosessin vaiheiden jäädessä vähemmälle huomiolle. Jonkinlaista tukea on kuitenkin esitetty tarjottavaksi useimmissa haun vaiheissa. Seuraavaksi tutustutaan erilaisiin käyttöliittymätekniikoihin, joilla edellisessä kappaleessa esiteltyjä ongelmia pyritään korjaamaan.

4.1. Operaattoreiden käytön helpottaminen

Useimmat tämän hetken suosituimmat hakukoneet suosivat luonnollisen kielen kyselyitä, eikä käyttäjiä juurikaan kannusteta operaattoreiden käyttöön.

Todennäköisesti juuri tästä syystä ei alan tutkimuksessa ole kovinkaan paljoa perehdytty operaattorien käyttöongelmiin ja niiden ratkaisemiseen. Hieman vanhempaa tutkimusta aiheesta edustaa Anick et al. [1989], jotka ovat kehittäneet perinteiseen tiedonhakujärjestelmään sopivaa tapaa muokata kyselyä suoraan. Vaikka heidän suunnittelemansa hakuavainten laatikkoesitystapa onkin suunniteltu perinteiselle kokotekstitietokantajärjestelmälle, voidaan siitä löytää myös Internetiin sopivia piirteitä havainnollistamaan Boolean operaattoreiden käyttöä. Järjestelmässä hakukäsitteet jakautuvat vaaka-akselille ja hakuavaimet allekkain omiksi laatikoikseen. Tarkoitus on siis kuvata AND-operaattorilla yhdistettävät hakufasetit (yksi käsite) vaaka-akselilla ja fasetin sisältämät OR-operaattorilla yhdistettävät yksittäiset hakuavaimet (käsitteen ilmentymät) pystyakselilla. Anick et al. ovat myös testanneet järjestelmänsä oikeilla käyttäjillä ja oikeilla hauilla, ja tutkimuksen mukaan käyttäjät ovat ymmärtäneet Boolean operaattoreiden toimintaa paremmin järjestelmän avulla.

4.2. Automaattisten muotoilujen näkyvyys

Hakukoneiden tekemät automaattiset kyselyn muotoilut on koettu ongelmallisiksi sen vuoksi, että käyttäjät saavat vain hyvin harvoin mitään palautetta muotoilujen tapahtumisesta. Muramatsu ja Pratt [2001] ovat suunnitelleet Transparent Queries -järjestelmän, joka kertoo käyttäjälle hänen syöttämänsä hakuun tehdyistä muutoksista ja antaa palautetta siitä, kuinka hakukone tulkitsee syötettyä hakulauseketta. Järjestelmä lisää hakuun näkyviin hakukoneen käyttämän oletusoperaattorin korostettuna ja tämän lisäksi kertoo suorasanaisesti, mitä operaattori tarkoittaa. Muramatsun ja Prattin käyttäjätutkimuksen perusteella tämä toiminto ei kuitenkaan ainakaan yksinään riitä selvittämään kaikille käyttäjille, mikä oletusoperaattori on käytössä, ja mitä (oletus)operaattorilla edes tarkoitetaan.

Sulkulistalla olevien sanojen käyttö hakulausekkeessa on toinen merkittäviäkin ongelmia aiheuttava tekijä tiedonhaussa. Muramatsun ja Prattin Transparent Queries ilmoitti käyttäjälle, jos kysely sisälsi sanoja, jotka poistettiin niiden yleisyyden vuoksi ja merkitsi poistetut sanat hakulausekkeeseen [Muramatsu and Pratt, 2001]. Tämä toiminnallisuus auttoi tutkimuksessa useimpia käyttäjiä ymmärtämään, miksi esimerkiksi aikaisemmin mainittu "to be or not to be"-hakulauseke ei tuottanut hakutuloksia. Anick et al. [1989] ilmoittivat omassa järjestelmässään sulkusanojen poiston merkitsemällä poistetun hakuavaimen sisältävän laatikon passiiviseksi. Heidän tutkimuksestaan ei selviä, kuinka hyvin käyttäjät ymmärsivät passiivisuuden, mutta voitaneen olettaa, että poistettavien sanojen ilmoittaminen auttaa käyttäjiä paremmin ymmärtämään hakujärjestelmän toimintaa.

Stemmaus, suffiksien lisäys ym. hakuavainten muotoilut eivät aiheuta kovinkaan suuria ongelmia hakukoneen toiminnan ymmärtämisessä, tosin osa käyttäjistä olettaa, että hakukone etsii myös hakuavainten eri muotoja. Suurempi ongelma onkin siis se, että esimerkiksi päätteiden lisäystä ei tehdä, vaikka käyttäjä niin olettaa. Tästä huolimatta Transparent Queries –järjestelmä [Muramatsu and Pratt, 2001] pyrkii auttamaan käyttäjiä huomaamaan, jos hakukone automaattisesti lisää hakuun erilaisia suffikseja. Tämä ilmaistaan animaatiolla, jossa välkkyvät vuorotellen vaihtoehtoiset päätteet hakuavaimelle sekä selittämällä asia suorasanaisesti. Käyttäjätutkimuksessa useimmat käyttäjät ymmärsivät tämän toiminnon avulla kuinka kyseinen hakukone lisää hakuavaimen loppuun päätteitä, mutta tutkimuksesta ei ilmene, kuinka hyvin käyttäjät huomasivat, jos päätteiden lisäystä ei tehdäkään.

Hakuavainten järjestyksellä saattaa olla merkitystä eri hakukoneissa, joten Transparent Queries muistuttaa käyttäjää sanallisesti, jos hakukone asettaa painoa sanojen järjestykselle. Tämä ominaisuus auttoi tutkimuksessa suurinta osaa käyttäjiä kiinnittämään huomiota hakuavainten järjestykseen [Muramatsu and Pratt, 2001].

4.3. Vaihtoehtoja hakutulosten esittämiseen

Erilaisten hakutulosten esittämistapojen kehittäminen on suosittu tutkimusala. Tyypillisesti tiedonhakija käyttää eniten aikaa juuri haun tulosten tulkintaan ja relevanttien dokumenttien etsimiseen tuloslistasta, joten on luontevaa myös hakukoneiden kehittäjien kannalta panostaa selkeisiin ja informatiivisiin tulosten esittelytapoihin. Seuraavat kappaleet käsittelevät hakutulosten esittämistä niin yksittäisten dokumenttien kuin hakutulosten kokonaisuuden esittämisen kannalta. Huomiota kiinnitetään myös erilaisiin visualisointitapoihin niin kaksi- kuin kolmiulotteisessa maailmassa.

4.3.1. Näyttötilan tehokkaampi käyttö

Näyttötilan koko on merkittävä rajoite suunniteltaessa hakutulosten esitystapaa. Tyypillinen käyttäjä ei yleensä halua selata useita tulossivuja, ja usein jo sivun vierittäminenkin on liikaa. Paek et al. [2004] ovat kehittäneet WaveLens-tekniikan, jonka avulla tulossivusta näkyy kerralla enemmän, jolloin sivun vierittämisen tarve vähenee. Dynaaminen WaveLens käyttää kalansilmätekniikkaa, jossa aluksi tuloslistauksen kirjasinkoko on melko pieni ja tiivistelmä tai tekstinäyte melko lyhyt, mutta hiiren cursorin siirtyessä jonkin dokumentin viitteen kohdalle tekstin koko kasvaa vähitellen ja tiivistelmään ilmestyy lisää tekstiä. Cursorin siirtyessä pois kyseisen dokumentin tietojen kohdalla teksti pienenee ja tiivistelmä lyhenee alkuperäisen mittaiseksi. Toisessa, staattisemmassa WaveLens-mallissa tekstin koko pysyy samana, ja siirtyminen laajempaan tiivistelmään tapahtuu hiirtä klikkaamalla, eikä teksti

laajene vähitellen vaan laajempi teksti ilmestyy näkyviin kerralla. Paek et al. vertasivat näitä käyttöliittymiä perinteiseen listanäkymään käyttäjätutkimuksessa, ja tulosten mukaan käyttäjät pitivät WaveLens-näkymistä enemmän ja olivat myös nopeampia ja onnistuivat löytämään vastauksen hakuun varmemmin. Vaikka tutkijat itsekin huomasivat tarpeen jatkotutkimuksille, voidaan kuitenkin jo tämän tutkimuksen perusteella olettaa, että perinteiselle listanäkymälle löytyy toimivia vaihtoehtoja. On jopa todennäköistä, että pienilläkin muutoksilla voidaan tuloslistasta saada dynaaminen ja hakutulosten läpikäyntiä paremmin tukeva.

Vierittämisen ongelmaan on ehdotettu ratkaisuna myös tiivistelmien ponnahdusikkunatyypistä esitystä [White et al., 2002]. Tässä ratkaisussa tuloslistassa näkyy ainoastaan kymmenen ensimmäisen dokumentin otsikot, ja käyttäjän siirtäessä cursorin otsikon päälle ilmestyy tiivistelmän ja url:n sisältävä ikkuna näkyviin. White et al. eivät ole suoraan tutkineet ponnahdusikkunoiden käyttöä tiivistelmien esittämisessä, mutta useissa tutkimuksissa on huomattu käyttäjien negatiivinen asenne ponnahdusikkunoita kohtaan. Esimerkiksi Dumais et al. [2001] ovat verranneet perinteistä listanäkymää tiivistelmien kanssa listanäkymään, jossa tiivistelmät ilmestyvät näkyviin kun hiiren kursori viedään dokumenttiviitteen kohdalle. Tutkimuksen mukaan kiinteät tiivistelmät ovat nopeampia kuin "leijuvat" tiivistelmät, huolimatta siitä että jatkuvasti näkyvissä olevat tiivistelmät tekevät sivusta pidemmän, ja siis vieritystä vaativan.

Vierityksen lisäksi ongelmana on ollut se, että käyttäjät eivät halua selata useita tulossivuja, vaikka samalla he saattavat jättää huomiotta useita relevantteja dokumentteja. Tähänkin ongelmaan ovat kiinnittäneet huomiota White et al. [2002] suunnitellessaan hakujärjestelmän, jossa perustuloslista näyttää kymmenen ensimmäisen dokumentin otsikot ja viereinen ikkuna parhaiten hakuun sopivat lauseet 30 dokumentista. Näin hakija näkee kerralla usean tulossivun verran tekstinäytteitä dokumenteista, ja siirtämällä cursorin tekstinäytteen päälle, näyttää järjestelmä kyseisen tekstin sisältävän dokumentin nimen ja sijoitusnumeron. White et al. myös testasivat järjestelmää käyttäjillä, ja tulosten mukaan hakijat toimivat vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa perinteistä näkymää enemmän, eli he katsoivat useampia tulossivuja ja myös onnistuivat hauissaan paremmin.

4.3.2. Mitä tietoja dokumenteista annetaan tuloslistassa

Erilaisia tiivistelmien kokoamistapoja on tutkittu paljon, mutta ne eivät varsinaisesti liity käyttöliittymiin, ja ovat siten tämän tutkimuksen ulkopuolella. Tiivistelmiin liittyy kuitenkin myös niiden muotoilu- ja esitystapa, joita Aula on tutkinut. Hänen tutkimuksessaan selvisi, että perinteiselle tiivistelmäesitykselle parempi vaihtoehto olisi lauseiden

esittäminen allekkain listamuodossa, mikä kuvaisi kolmea pistettä paremmin lauseiden välisten suhteiden puuttumista [Aula, 2004].

Tiedonhakijan kannalta on merkittävää, mitä tietoja hakutulolistassa yksittäisistä dokumenteista annetaan, jotta hän voi päättää, kannattaako itse dokumenttiin tutustua. White et al. ovat korvanneet perinteiset tiivistelmät parhaiten hakulausekkeeseen sopivilla kokonaisilla lauseilla [White et al., 2002]. Lauseita voi olla yksi tai useampia tulosdokumenttia kohden. Lauseet on otettu 30 ensimmäisestä tulosdokumentista, ja käyttäjä saa lisätietoja dokumentista (nimi, sijointus) valitsemalla lauseen. Tutkijoiden tekemässä käyttäjätutkimuksessa järjestelmää ei verrattu perinteiseen listamuotoiseen tiivistelmien esitykseen, joten ei voida väittää lauseiden olevan listoja parempi esitystapa, mutta käyttäjät vaikuttivat tyytyväisiltä myös tähän menetelmään.

Useimmiten hakutuloksista löytyy dokumentteja, joilla on yhteisiä piirteitä ja jotka voidaan tunnistaa tiettyyn aihepiiriin kuuluvaksi. Dumais et al. [2001] ovat verranneet perinteistä listaesitystä listaan, johon on lisätty tieto dokumentin aihepiiristä. Yllättäen aihepiiritieto ei auttanut hakijoita suoriutumaan hakutehtävästä paremmin eikä vaikuttanut suorituksen nopeuteen. Mielestäni tämä saattaa johtua esimerkiksi siitä, että aihepiirin lukemisen yhteydessä todennäköisesti vilkaistaan myös itse tiivistelmää, josta aihepiirinkin pitäisi selvitä jollain tavalla. Aihepiiririvi tiivistelmän yhteydessä ei siis auttaisi hakijaa kuin epäselvissä tapauksissa, joissa tiivistelmä ei kerro tarpeeksi dokumentista.

Koska tiivistelmien käyttämisessä on havaittu ongelmia, esimerkiksi ne ovat melko hitaita lukea, on niille yritetty löytää vaihtoehtoja. Yksi mahdollisuus on esittää dokumenteista pieniä näytekuvia (thumbnails), sillä ihminen pystyy havainnoimaan ja käsittelemään kuvia nopeammin kuin tekstiä [Woodruff et al., 2002]. Woodruff et al. ovat kehittäneet järjestelmän, joka näyttää tulosdokumenteista pieniä kuvia, joissa hakuavaimet näkyvät suuremmalla kirjasinlajilla ja väreillä korostettuina. Näin hakija näkee jo tulolistassa, onko sivulla esimerkiksi kuvia ja saa tietoa sivun asettelusta ja tyylistä. Tutkijat vertasivat näitä muokattuja näytekuvia perinteisiin tiivistelmiin ja näytekuviin, joissa hakuavaimia ei korostettu eikä kuvaa muutenkaan muokattu. Käyttäjillä tehdyn tutkimuksen mukaan tiivistelmiin perustuvat hakutulolistat olivat hitaimpia käyttää, kuten tutkijat olettivatkin. Toisaalta yksinkertaiset näytekuvat eivät antaneet tarpeeksi tietoa dokumentista, joten käyttäjät joutuivat usein tutustumaan myös itse dokumenttiin. Parannellut näytekuvat olivat siis paras vaihtoehto useilla mittareilla mitattuna.

4.3.3. Hakutulosten visualisointi 2D-avaruudessa

Tyypillisesti hakutulokset esitetään pienissä, yleensä kymmenen dokumentin pätkissä, tekstimuotoisena listana. Tämä esitystapa on huono, kun hakija haluaisi hahmottaa tulosjoukon kokonaisuutena. Hakutulosten klusterointi tekee tällaisesta järjestäytymättömästä tulosjoukosta ”järjestetyn” käyttämällä dokumenttien piirteitä muodostamaan dokumenttiryhmiä. Hakija pystyy ryhmien perusteella arvioimaan dokumenttien samankaltaisuutta ja sitä, kannattaako johonkin dokumenttiin tutustua lähemmin käyttämällä hyväksi tietoa sitä muistuttavista dokumenteista. Klusterointi esitetään yleensä joko 2D- tai 3D-visualisointina. Erilaisten visualisointien käyttö on hyödyllistä erityisesti silloin, kun tulosjoukon tarkkuus on alhainen [Veerasamy and Heikes, 1997], siis esimerkiksi juuri web-tiedonhaussa, jossa hakutuloksia voi olla tuhansia, joiden joukossa vain pieni osa on relevantteja. Visualisointien käyttö myös nopeuttaa tiedonhakua, sillä hakija voi visualisoinnin avulla karsia epärelevantit dokumentit jopa katsomatta dokumentin otsikkoa tai muita dokumenttikohtaisia tietoja [Veerasamy and Heikes, 1997].

Erilaisia klusteroinnin visualisointitapoja on suunniteltu paljon. Au et al. tarjoavat kolmea erilaista visualisointimenetelmää dokumenttien keskinäisten suhteiden kuvaamiseen [Au et al., 2000]. Yksinkertaisimmassa versiossa klusterit ovat ympyröitä, joiden koko ja värisävy kuvaavat klusterin kokoa ja klusterien etäisyys ryhmien samankaltaisuutta. Hakija voi tarkastella yksittäistä klusteria pienempien klustereiden joukkona, ja valitsemalla klusterin hän saa myös listan klusterin sisältämistä dokumenteista. Yksinkertaisen käyttöliittymän etuna voidaan pitää toimivia visualisointeja, sillä kaikkien käytettyjen koodauksien; koon, etäisyyden ja värin, on todettu yhdessä toimivan parhaiten käyttäjän hahmottamana visualisointikeinona [Hu et al., 1999]. Interaktiivisessa visualisoinnissa ryhmitellyt dokumentit esitetään rasteina ympyrän sisällä ja hakuavaimet sijaitsevat ympyrän reunoilla. Siirtämällä kursorin dokumenttirastin päälle käyttäjä saa lisätietoja dokumentista ns. tooltip-tekstinä ja dokumentin sisältämät hakuavaimet korostuvat. Kun käyttäjä valitsee hakuavaimen, korostetaan kaikki kyseisen hakuavaimen sisältävät dokumentit. Siirtelemällä hakuavaimia hakija voi ryhmitellä dokumentteja haluamallaan tavalla. Kolmannessa tutkijoiden visualisoinnissa, puurakennetta muistuttavassa lähestymistavassa dokumenttiklusterit esitetään erikokoisina laatikkoina suuremman laatikon sisällä ja laatikoilla on ”otsikkoina” dokumenteille yhteisiä sanoja. Käyttäjä voi tutkia yksittäistä klusteria tarkemmin valitsemalla sen, jolloin sen sisältämät dokumentit ryhmitellään vielä suhteessa toisiinsa. Samalla ylemmän tason klusterit pysyvät edelleen näkyvissä, jolloin käyttäjä on jatkuvasti tietoinen dokumenttien laajemmasta kontekstista. Samankaltaisen järjestelmän ovat suunnitelleet myös Turetken ja Sharda [2004], mutta he ovat lisänneet

syvemmälle menevään klusterointiin kalansilmätekniikan käytön, jolloin tarkennettu näkymä näkyy paremmin ylemmän tason klustereiden jäädessä taustalle pienempinä laatikoina. Au et al. eivät olleet tutkimuksessaan testanneet käyttöliittymiään käyttäjillä, eivät myöskään Turetken ja Sharda, joten visualisointien toimivuudesta ei ole tietoa.

4.3.4. Hakutulosten visualisointi 3D-avaruudessa

2D-visualisointia on tutkittu jo pidemmän aikaa, mutta vasta viime aikoina tietokoneiden tehojen kasvaessa on myös 3D-visualisointien käyttö muuttunut sujuvammaksi. Swan ja Allan ovat kehittäneet järjestelmän, jossa hakutulokset näkyvät listan lisäksi klustereina kolmiulotteisessa avaruudessa [Swan and Allan, 1998]. Swan ja Allan selvittivät 3D-ominaisuuden hyödyllisyyttä käyttäjätutkimuksessa, ja havaitsivat, että näkymä paransi jonkin verran saantia. Tämä tosin ei ole web-ympäristössä oleellista: usein ongelmana on saannin sijaan heikko tarkkuus. Käyttäjien mielipiteet vaihtelivat paljon; osa käyttäjistä piti ominaisuutta turhana, toisten mielestä se oli luonteva ja intuitiivinen käyttöä. Tutkijat myös selvittivät spatiaalisen hahmottamiskyvyn yhteyttä 3D-visualisoinnin käyttöön, ja huomasivat hahmottamiskykyä merkittävämmäksi tekijäksi kokemuksen vastaavista toiminnoista. Kokemuksen puute saattoi vaikuttaa siihen, ettei 3D-ominaisuuden tehokkuudesta saatu näyttöä [Swan and Allan, 1998].

Samansuuntaisia huomioita tekivät Sebrechts et al. [1999] vertaillessaan tekstipohjaista, 2D- ja 3D-käyttöliittymää, sillä käyttäjät, joilla oli enemmän kokemusta tietokoneista, onnistuivat hakutehtävien suorittamisessa paremmin. Tutkimuksessa 3D-järjestelmä esittää dokumentit pallon pinnalla klusterirasioina, joita valitsemalla käyttäjä sai näkyviin yksittäiset dokumentit. Rasian syvyys ("paksuus") kuvaa dokumenttien määrää klusterissa ja rasian etäisyys pallon ylemmästä navasta käsitteiden/hakuavainten määrää (navassa sijaitsevassa klusterissa eniten käsitteitä). Vastaava kuvio siirrettiin kaksiulotteiseen muotoon, jolloin klusterin kokoa kuvataan palkkina klusterin alaosassa. Käyttäjillä tehdyn tutkimuksen mukaan ei voida vetää johtopäätöksiä jonkin järjestelmän paremmuudesta, sillä käyttäjän kokemuksen lisäksi myös hakutehtävän tyyppi vaikutti haun onnistumiseen [Sebrechts et al., 1999]. 3D-visualisoinnin ongelmaksi tässä järjestelmässä huomattiin tekstinäyttöjen pieni koko ja epäselvyys, kun visualisoinneille oli varattu enemmän tilaa.

Newby [2002] tutki Yavi-järjestelmää, jossa dokumentit ja hakuavaimet esitetään 3D-avaruudessa pisteinä. Erityisesti Newby selvitti, kuinka hyvin käyttäjät hahmottavat avaruutta, ja tulosten mukaan erityisesti etäisyyksien vertailu oli käyttäjille vaikeaa. Samanlaisia ongelmia on havaittu myös 2D-visualisoinneissa [Hu et al., 1999]. Yavi-järjestelmän käyttäjät pitivätkin järjestelmää hieman vaikeakäyttöisenä, vaikka useimmat pystyivätkin

käyttämään sitä. Jos siis halutaan, että käyttäjät pystyvät vertailemaan etäisyyksiä dokumenttien välillä, olisi heille tarjottava siihen jokin työkalu [Newby, 2002]. Tämäkään tutkimus ei siis voinut todistaa Yavi-järjestelmän hyödyllisyyttä.

Koska hakutehtävälläkin on vaikutusta visualisoinnin onnistumiseen, Wiza et al. [2003] ovat kehittäneet konseptin mukautuvalle käyttöliittymälle, joka valitsee sopivan visualisointitavan hakutulosten määrän ja tyyppin perusteella. Käyttäjä voi myös itse valita sopivamman visualisoinnin esimerkiksi sen mukaan, haluaako hän yksityiskohtaisia tietoja yksittäisistä dokumenteista vai kokonaiskuvan hakutuloksista ryhmiteltyinä.

4.3.5. Muita tapoja hahmottaa tulosjoukkoa

Klusterointia muistuttava menetelmä on dokumenttien ryhmittely aihepiirin mukaan, missä dokumenteista etsitään yhteisiä sanoja, joiden perusteella dokumentit sijoitetaan tietynnimiseen ryhmään. Tällaisia käyttöliittymiä ovat tutkineet Dumais et al. [2001], jotka ovat vertailleet aihepiirien tai kategorioiden esittämistapoja perinteiseen listaesitykseen. Tutkijat vertasivat mm. kategorioiden nimen esittämistä listaesityksessä, dokumenttien jakamista listassa kategorioihin ja tavallista listaa, ja huomasivat, että kategorioihin jako teki hakutulosten tulkinnasta huomattavasti nopeampaa, kun taas kategorioiden nimien lisäämisellä listaan ei ollut samanlaista vaikutusta. Yleisestikin tuloksena oli, että dokumenttien jako visuaalisesti kategorioihin oli huomattavasti tehokkaampaa kuin dokumenttien esitys listana, sillä käyttäjät pystyivät erottamaan epärelevantit dokumenttiryhmit otsikon katsomalla tai yhden dokumentin tutkimisella ja näin löysivät relevantit dokumentit nopeammin [Dumais et al., 2001].

Tulosdokumenteja voidaan esittää myös puumaisena tai muuten hierarkkisena rakenteena, mutta tällöin dokumenteilla pitää olla jonkinlainen hierarkia, esimerkiksi yhteinen verkkotunnus, jonka alla dokumentit sijaitsevat. Kules ja Shneiderman vertailivat tutkimuksessaan [Kules and Shneiderman, 2005] kahta hierarkkista rakennetta listamuotoiseen esitykseen, ja tulosten mukaan käyttäjät kokivat kaikki käyttöliittymät ymmärrettävinä ja melko yksinkertaisina. Useimmat käyttäjät suosivat rakennetta, jossa ylätasoin otsikon valitsemalla sai näkyviin alemman tason kategoriat, mutta osa piti myös puumaisesta rakenteesta, jossa myös alakategoriat näkyvät suoraan.

Hakuavainten jakautumista dokumenteissa ja sen visualisoimista on tutkittu useasti. Hearstin TileBars [1995] on tunnettu esimerkki tällaisesta järjestelmästä. TileBars esittää tuloslistalla dokumenttiviitteen yhteydessä palkin, joka koostuu pienistä neliöistä, jotka kuvaavat yksittäisiä hakuavaimia. Neliöt kuvaavat dokumentin osia ja neliön värisävy kertoo, kuinka paljon kyseisessä osassa esiintyy yhden OR-operaattoreilla yhdistetyn fasetin eli

yhden käsitteen hakuavaimia. Valkoinen neliö tarkoittaa, ettei hakuavaimia esiinny kyseisessä dokumentin osassa. Neliöiden määrä ja palkin pituus kuvaa samalla dokumentin pituutta, joten visualisoinnilla on useampia käyttötarkoituksia. Toinen hakuavainten määrää dokumenteissa kuvaava järjestelmä on Veerasamyn ja Belkinin järjestelmä [1996], joka kuvaa taulukkomaisesti yksittäisten hakuavainten määrää tulosdokumenteissa. Pystysarake on yksi dokumentti ja vaakarivit ovat hakuavaimia, joiden esiintymismäärää dokumenteissa kuvaavat pylväät vaakariveillä. Tutkimustulosten mukaan käyttäjät onnistuivat hauissaan vain hieman paremmin käyttämällä apuna tätä visualisointia, mutta selkeää varmuutta asiaan ei saatu [Veerasamy and Belkin, 1996].

4.3.6. Yleistä hakutulosten esittämisestä

Hakutulosten esittämiseen on esitetty paljon erilaisia vaihtoehtoja, jotka vaihtelevat pienistä parannuksista nykyisiin suosittuihin listaesityksiin laajoihin, täysin eri paradigmaan perustuviin visualisointeihin. Pienempien muutosten hyödyllisyys ilmenee helpommin, sillä testaaminen käyttäjillä on huomattavasti helpompaa, kun käyttäjien ei tarvitse opetella täysin uutta järjestelmää. Siitä huolimatta siirtyminen visuaalisempaan 2D- tai 3D-maailmaan kiinnostaa monia tutkijoita.

4.4. Kyselyn uudelleenmuotoilun tuki

Kuten edellä on mainittu, suurin osa hakijoista tekee hakuaiheestaan vain yhden kyselyn. En löytänyt tutkimuksia, jotka olisivat käsitelleet hakujen iterointia web-tiedonhaussa, mistä voi ehkä päätellä, ettei aihetta ole juurikaan tutkittu. Kyselyn uudelleenmuotoilua on tutkittu jonkin verran perinteisissä kirjastohakujärjestelmissä, ja Brajnik et al. ovat kehittäneet tiedonhakuun liittyvää strategista apua tarjoavan järjestelmän [Brajnik et al., 2002]. Järjestelmä seuraa käyttäjän hakulausekkeiden muotoilua ja saatuja tuloksia, ja kertoo erillisessä ikkunassa, kuinka hakua voisi parantaa. Mielestäni tätä voisi jossain määrin soveltaa myös web-ympäristöön, esimerkiksi Boolean operaattoreiden käyttö vaatisi tukea käyttöliittymältä. Web-hauissa tyypillisenä ongelmana on haun tuottama suuri tulosjoukko, jolloin järjestelmä ilmoittaisi, kuinka käyttäjä voisi saada tulosjoukon helpommin hallittavaksi esimerkiksi hakuavaimia lisäämällä.

5. Käyttöliittymät erilaisissa hakutehtävissä

Useat tutkijat ovat huomanneet käyttäjätutkimuksissaan, että hakutehtävät vaikuttavat huomattavasti hakujen onnistumiseen eri käyttöliittymillä [esim. Russell and Allan, 1998]. Kules ja Shneiderman [2005] saivat edellä esitellyllä hierarkiaesityksellään hyviä tuloksia, mikä saattoi johtua osaltaan siitä, että

hakutehtävät vaativat kokonaiskuvan hahmottamista, eikä järjestelmä todennäköisesti toimisi yhtä hyvin faktaa etsivissä hauissa. Sebrechts et al. huomasivat myös vertailututkimuksessaan, että klusterointiin perustuvassa järjestelmässä perusteelliset haut epäonnistuivat suurelta osalta käyttäjiä [Sebrechts et al., 1999]. Klustereita käyttäen vaikeita olivat myös navigoinnilliset haut, ja samanlaisia huomioita tekivät myös Dumais et al. tutkiessaan ryhmittelyn vaikutusta, sillä käyttäjillä oli joskus vaikeuksia arvioida, minkä aihepiirin alle esimerkiksi tietty sanomalehti on sijoitettu [Dumais et al., 2001].

Hakutehtävillä on ollut vaikutusta myös hakuun kuluvaan aikaan, esimerkiksi Woodruff et al. [2002] huomasivat tutkimuksessaan, että tiedollinen hakutehtävä vei hakijoilta huomattavasti enemmän aikaa kuin muut tehtävät, jotka olivat faktaa etsiviä tai toiminnallisia hakuja. Tämä ei tietenkään ole mitenkään yllättävä tulos, sillä tiedollisiin hakutehtäviin halutaan tuloksena tyypillisesti useampi relevantti dokumentti, toisin kuin esimerkiksi faktaa etsiviin tehtäviin.

Koska on selvää, että joihinkin hakutehtäviin jotkut käyttöliittymät sopivat paremmin kuin toiset, pitäisi järjestelmien suunnittelussa huomioida mahdollisuus esimerkiksi hakutulosten esittämiseen useammalla tavalla. Wiza et al. [2003] suunnittelivat edellä esitetyn konseptin mukautuvasta käyttöliittymästä, jota mielestäni voisi käyttää laajemminkin juuri hakutulosten esitystavan valintaan tiedontarpeen mukaan. Käyttäjältä pitäisi jotenkin saada tieto siitä, onko kyseessä esimerkiksi navigoinnillinen, faktaa etsivä vai perusteellinen haku, jolloin käyttöliittymä esittäisi hakutulokset tarpeen mukaan listaesityksenä tai jonkinlaisena visualisointina.

6. Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa selvitettiin WWW-tiedonhakuun liittyviä ongelmia ja tutustuttiin niiden ratkaisemiseksi kehitettyihin hakujärjestelmiin tai niiden osiin. Hakukoneet ovat tällä hetkellä hyvinkin ajankohtainen aihe, ja niihin liittyen on useita tutkimuksia parhaillaan käynnissä. Tämä tutkimus esitteli muutamia erilaisia aiheeseen liittyviä tutkimuksia ja niiden puitteissa kehitettyjä järjestelmiä, mutta todennäköisesti useita mielenkiintoisia käyttöliittymäehdotuksia jäi tutkimuksen ulkopuolellekin. Tarkoituksena oli kuitenkin löytää mahdollisimman erilaisia, mutta kuitenkin ainakin jossain määrin toteuttamiskelpoisia ehdotuksia, joten karsintaa suoritettiin varsinkin vanhempien käyttöliittymien kohdalla. Toisaalta kaikkiin tiedonhaullisiin ongelmiin ei löytynyt sopivaa auttavaa käyttöliittymää, esimerkiksi vahingossa tapahtuvaan operaattorien käyttöön hakuavaimina ei ole tarjolla ratkaisua. On myös todennäköistä, että kaikki tutkimuksessa esitetyt ongelmat eivät

varsinaisesti ole ongelmia, esimerkiksi Boolean operaattorien käytön hyödyllisyydestä on myös vastaista näyttöä [Eastman and Jansen, 2003].

Jatkossa olisi mielenkiintoista selvittää, minkälaisia hakuprosessia tukevia ominaisuuksia nykyisillä hakukoneilla on käytössä. Tällä hetkellä suosituimmat hakukoneet esimerkiksi suosivat hakutulosten esittämisessä listaesitystä, mutta muutamat pienemmät hakukoneet saattavat kokeilla erikoisempiakin esitystapoja. Tulevaisuudessa hakukoneiden käyttöliittymät todennäköisesti monipuolistuvat, ja hakijoiden tutustuessa uusien menetelmiin ei uusien ominaisuuksien käyttöönottoon ole enää hankalaa.

Viiteluettelo

- [Anick et al., 1989] Peter G. Anick, Jeffrey D. Brennan, Rex A. Flynn, David R. Hanssen, Bryan Alvey and Jeffrey M. Robbins, A direct manipulation interface for Boolean information retrieval via natural language query. In: *Proceedings of the 13th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 135-150.
- [Au et al., 2000] Peter Au, Matthew Carey, Shalini Sewraz, Yike Guo, and Stefan M. Rüger, New paradigms in information visualization. In: *Proceedings of the 23rd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 307-309.
- [Aula, 2003] Anne Aula, Query formulation in web information search. In: *Proceedings of IADIS International Conference WWW/Internet 2003*, 403-410.
- [Aula, 2004] Anne Aula, Enhancing the readability of search result summaries. In: *Proceedings Volume 2 of the Conference HCI 2004: Design for Life*, 1-4.
- [Brajnik et al., 2002] Giorgio Brajnik, Stefano Mizzaro, Carlo Tasso and Fabio Venuti. Strategic help in user interfaces for information retrieval. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* **53**, 5 (2002), 343–358.
- [Broder, 2002] Andrei Broder, A taxonomy of web search. *ACM SIGIR Forum* **36**, 2 (Fall 2002), 3-10.
- [Dumais et al., 2001] Susan Dumais, Edward Cutrell and Hao Chen, Optimizing search by showing results in context. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 277-284.
- [Eastman and Jansen, 2003] Caroline M. Eastman and Bernard J. Jansen, Coverage, relevance, and ranking: the impact of query operators on web search engine results. *ACM Transactions on Information Systems*, **21**, 4 (October 2003) 383-411.
- [Granka et al., 2004] Laura A. Granka, Thorsten Joachims and Geri Gay, Eye-tracking analysis of user behavior in WWW search. In: *Proceedings of the*

27th annual international conference on Research and development in information retrieval, 478-479.

- [Hearst, 1995] Marti A. Hearst, TileBars: visualization of term distribution information in full text information access. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (1995), 59-66.
- [Hu et al., 1999] Paul Jen-Hwa Hu, Pai-Chun Ma and Patrick Y.K. Chau, Evaluation of user interface designs for information retrieval systems: a computer-based experiment. *Decision Support Systems* **27** (1999) 125-143.
- [Hölscher and Strube, 2000] Christoph Hölscher and Gerhard Strube, Web search behavior of Internet experts and newbies. *Computer Networks* **33**, (2000), 337-346.
- [Jansen and Spink, 2005] Bernard J. Jansen and Amanda Spink, An analysis of web searching by European AlltheWeb.com users. *Information Processing and Management* **41**, (2005), 361-381.
- [Klößner et al., 2004] Kerstin Klößner, Nadine Wirschum, and Anthony Jameson, Depth-and breadthfirst processing of search result lists. In: *Extended abstracts of the 2004 conference on Human factors and computing systems*, 1539-1539.
- [Kules and Shneiderman, 2005] Bill Kules and Ben Shneiderman, Categorized graphical overviews for web search results: an exploratory study using U. S. government agencies as a meaningful and stable structure. The Institute for Systems Research., technical report ISR 2005-71. Available as http://techreports.isr.umd.edu/ARCHIVE/dsp_details.php?isrNum=71&year=2005&type=TR¢er=ISR. Checked 08.05.2005.
- [Muramatsu and Pratt, 2001] Jack Muramatsu and Wanda Pratt, Transparent queries: investigating users' mental models of search engines. In: *Proceedings of the 24th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 217-224.
- [Newby, 2002] Gregory B. Newby, Empirical study of a 3D visualization for information retrieval tasks. *Journal of Intelligent Information Systems*, **18**, (2002), 31-53.
- [Paek et al., 2004] Tim Paek, Susan Dumais and Ron Logan, WaveLens: a new view onto Internet search results. In: *Proceedings of the 2004 conference on Human factors in computing systems*, 727-734.
- [Sebrechts et al., 1999] Marc M. Sebrechts, Joanna Vasilakis, Michael S. Miller, John V. Cugini and Sharon J. Laskowski, Visualization of search results: A comparative evaluation of text, 2D, and 3D unterfaces. In: *Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 3-10.

- [Shneiderman et al., 1998] Ben Shneiderman, Donald Byrd and W. Bruce Croft, Sorting out searching, a user-interface framework for text searches. *Communications of the ACM*, **42**, 4 (April 1998), 95-98.
- [Swan and Allan, 1998] Russell C. Swan and James Allan, Aspect windows, 3-D visualizations, and indirect comparisons of information retrieval systems. In: *Proceedings of the 21st annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 173-181.
- [Turetken and Sharda, 2004] Ozgur Turetken and Ramesh Sharda, Development of a fisheye-based information search processing aid (FISPA) for managing information overload in the web environment, *Decision Support Systems*, **37** (2004) 415-434.
- [van Rijsbergen, 1979] C. J. van Rijsbergen, Information retrieval. Butterworths, 1979. Available as <http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html>.
Checked 08.05.2005.
- [Veerasamy and Belkin, 1996] Aravindan Veerasamy and Nicholas J. Belkin, Evaluation of a tool for visualization of information retrieval results. In: *Proceedings of the 19th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 85-92.
- [Veerasamy and Heikes, 1997] Aravindan Veerasamy and Russell Heikes, Effectiveness of a graphical display of retrieval results. In: *Proceedings of the 20th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 236-245.
- [White et al., 2002] Ryen W. White, Ian Ruthven and Joemon M. Jose, Finding relevant documents using top ranking sentences : an evaluation of two alternative schemes. In: *Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 57-64.
- [Wiza et al., 2003] Wojciech Wiza, Krzysztof Walczak and Wojciech Cellary, Adaptive 3D interfaces for search result visualization. In: *Proceedings of IADIS International Conference e-Society 2003*, 365-372.
- [Woodruff et al., 2002] Allison Woodruff, Ruth Rosenholtz, Julie B. Morrison, Andrew Faulring and Peter Pirolli, A comparison of the use of text summaries, plain thumbnails, and enhanced thumbnails for web search tasks. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, **53**, 2 (January 2002), 172-185.

Erilaisten käyttöliittymien soveltuvuus toimisto-ohjelmien mobiilikäyttöön.

Veli Ijäs

Tiivistelmä.

Tässä tutkielmassa kartoitetaan, millaisia erilaisia mobiilikäyttöön tarkoitettuja käyttöliittymäratkaisuja on viime vuosina kehitetty ja miten ne soveltuvat perinteisten toimisto-ohjelmien käyttöön. Mobiilikäyttöisillä käyttöliittymillä tässä työssä tarkoitetaan puettavaan tietokoneisiin sekä niin sanottuihin älypuhelimiin suunniteltuja käyttöliittymiä. Perinteisillä toimisto-ohjelmilla tarkoitetaan tietokoneohjelmia, joiden pääasiallinen päivittäinen käyttö kostuu tiedon hakemisesta, löytyneen tiedon tutkimisesta sekä uuden tiedon syöttämisestä. Esimerkkeinä tällaisista ohjelmista voidaan mainita tekstinkäsittelyohjelmat, internet-selain sekä erilaiset tilasto- ja tietokantajärjestelmät. Erilaisten mobiilikäyttöliittymien käytettävyyttä arvioidaan kasvatustieteiden sekä ihmisen fysiologiaan liittyvien lainalaisuuksien valossa, ja tältä pohjalta pyritään hakemaan vastaus kysymykseen, mitä elementtejä mobiilikäyttöisessä käyttöliittymässä tulee olla, jotta se tukee mahdollisimman hyvin perinteisten toimisto-ohjelmien käyttöä.

Avainsanat ja -sanonnat: Käyttöliittymä, puettava tietokone, älypuhelin, mobiilikäyttö.

CR-luokat: H.5.2

1. Johdanto

Uusien käyttöliittymäratkaisujen tarve on lisääntynyt samalla, kun perinteiset pöytä tietokoneet ovat alkaneet siirtyä ihmisten työpöydiltä vaatteisiin, taskuihin ja salkkuihin. Tietotekniikan siirtymisen yhä aidommin mobiilikauteen on mahdollistanut tietotekniikan jatkuva huima kehitys, joka on jo vuosikymmenestä toiseen noudattanut Mooren lakia. Gordon Moore [1965] esitti *Electronics* magazinessa vuonna 1965 julkaistussa artikkelissa, että komponenttien määrä yhdellä integroidulla piirillä, ja siten myös suoritusteho, kaksinkertaistuu aina puolentoista vuoden välein. Teknisen determinismin jäätyä ajan myötä tietotekniikan kehityksessä enemmän taka-alalle on käyttöliittymien käytettävyyteen liittyvään tutkimukseen ja kehitykseen alettu kiinnittää enemmän huomiota. Aiemmin vaihtoehtoisia käyttöliittymiä on suunniteltu lähes yksinomaan jossain yksittäisessä erikoiskäytössä oleviin tietokoneisiin, kuten kassakoneiden apuvälineiksi tai metsätyökoneiden ohjauslaitteiksi. Mikroprosessorien laskentatehon kasvettua riittävästi,

mobiiliteknologian kehittyttyä sekä yhä laajemmalle ulottuvien langattomien verkkoyhteyksien syntymisen myötä on kuitenkin myös suurille massoille tarkoitettuja yleissovelluksia voitu alkaa suunnitella vietäväksi perinteisistä pöytätietokoneista mobiiliin käyttöön.

Nykyisen käyttöliittymätutkimuksen voidaan katsoa alkaneeksi 1980-luvulla, samoihin aikoihin, kun henkilökohtaisten tietokoneiden massamarkkinat avautuivat. Vaihtoehtoisten käyttöliittymien tutkimus on sen sijaan ajallisesti huomattavasti nuorempaa, sillä mobiili- tai muussa toimiston ulkopuolisessa käytössä olevia laitteitakaan ei suuren yleisön saatavana ole vielä kovin montaa vuotta ollut. Professori Kari Kuutti [2004] toteaa, että arkipäivän käyttöliittymissä on vielä paljon kehittymisen varaa, ja oman ongelma-alueensa muodostavat erityisesti mobiililaitteiden käyttöliittymät. Yhtenä ongelmana tällä alueella Kuutti pitää sitä, että perinteisten ihmistieteiden tutkimustuloksia ei ole saatu hyödynnettyä käyttöliittymäsuunnittelussa. Jakob Nielsen [2002] puolestaan pohtii Alertbox-kolumnissaan käyttöliittymien tulevaisuutta. Hänen mukaansa tarve yksinkertaisille ja helppokäyttöisille käyttöliittymille tulee tulevaisuudessa aina vain kasvamaan. Tässä tutkielmassa kartoitetaan toimiston ulkopuolella käytettävien puettavien tietokoneiden ja älypuhelinien erilaisia käyttöliittymäratkaisuja ja analysoidaan niitä kasvatustieteellisen tutkimuksen sekä fysiologisten lainalaisuuksien lähtökohdista.

Tämän tutkielman puitteissa aihetta käsitellään ensisijaisesti tietojenkäsittelyn piiriin kuuluvan käyttöliittymätutkimuksen näkökulmasta rajoittuen käyttäjän mukana kulkeviin kuten puettavien tietokoneiden sekä älypuhelinien käyttöliittymiin. Tutkielman ensisijaisena tarkoituksena on kartoittaa mahdollisimman laajalti näissä laitteissa käytettyjä erilaisia käyttöliittymiä. Näkökulman laajentamiseksi aihetta tutkitaan myös kasvatustieteiden sekä ihmisen fysiologian näkökulmista, minkä pohjalta pyritään ottamaan kantaa käyttöliittymien soveltumiseen toimisto-ohjelmien käyttöön.

2. Puettavat tietokoneet

Billinghurst ja Starner [1999] ovat antaneet tutkimuksessaan puettava tietokone-termille määrittelyn. Heidän mukaansa puettavalla tietokoneella tulee olla kolme ominaisuutta: sen tulee olla mobiili, sen täytyy lisätä tietoa ympäröivästä maailmasta sekä sen täytyy tarjota käyttäjälleen paikkaan tai asiayhteyteen liittyvää, kontekstisidonnaista tietoa. Puettavan tietokoneen tulee siis olla tietoinen käyttäjää ympäröivästä maailmasta ja laajentaa tietämystä tästä. Kaksi viimeistä ehtoa sulkevat suurimman osan kannettavista tietokoneista sekä pda-

laitteista tämän määrittelyn ulkopuolelle. Älypuhelimet sen sijaan lähestyvät nykyisillä ominaisuuksillaan puettavia tietokoneita.

Myös Mannin [1997] mukaan puettavaan tietokoneeseen liittyy kolme kriteeriä. Sen tulee olla huomaamaton ja kulkea vaivattomasti käyttäjänsä mukana. Tietokoneen hallinnan tulee olla vaivatonta: sen tulee muodostaa ikään kuin käyttäjän mielen ja kehon laajennus. Kolmanneksi puettavan tietokoneen tulee olla aina mukana ollessaan päällä ja käytönaikaiset viiveet eivät saa haitata käyttöä. Mannin asettamat kriteerit asettavat haasteita etenkin puettavien tietokoneiden käyttöliittymien suunnittelulle.

Salber et al. [1999] määrittelee kontekstin käsitteen seuraavasti: "Environmental information of context covers information that is part of an application's operating environment and that can be sensed by the application. This typically includes the location, identity, activity and state of people, groups and objects. Context may also be related to places or the computing environment." Kontekstisidonnaisuus onkin suurin erottava tekijä puettavien tietokoneiden ja muiden tässä tutkielmassa käsiteltävien laitteiden välillä. Älypuhelimien sekä pda-laitteiden osalta kontekstisidonnaisuus ei ole aiemmin ollut kovin merkittävässä roolissa.

Kontekstin tunnistaminen luo elektroniselle laitteelle lukuisia uusia käyttömahdollisuuksia [Salber et al. 1999]. On myös kehitetty laitteita, jotka tunnistavat kontekstista tulevan informaation ja muuntautuvat sen mukaan ilman että käyttäjän tarvitsee reagoida muutoksiin. Perinteisiä toimisto-ohjelmia käytettäessä tällaiset ominaisuuksilla ei kuitenkaan ole kovin suurta merkitystä. Tästä johtuen kontekstisidonnaisuuteen ei kiinnitetä tässä tutkielmassa juurikaan huomiota.

3. Puettaviin tietokoneisiin suunniteltuja käyttöliittymiä

Usein puettavaan tietokoneeseen suunniteltavan käyttöliittymän kriteerinä on ollut jonkin yksittäisen tehtävän tai toiminnan suorittaminen. Tästä johtuen käyttöliittymien yleiskäyttöisyyteen on kiinnitetty vähemmän huomiota. Boeing Computer Services esimerkiksi tutki 1990-luvun lopulla, miten puettavan tietokoneen avulla lentokoneita valmistavan henkilökunnan työ voitaisiin saada aiempaa tehokkaammaksi [Billinghurst and Starner, 1999]. Puettavaan tietokoneeseen suunniteltiin kypäränäyttö, jonka käyttöliittymän ominaisuuksiin oli kiinnitetty erityistä huomiota. Tietokonetta piti pystyä käyttämään muun muassa epätavallisissa asennoissa sekä vaikeissa ympäristöissä. Symbol Technologies puolestaan kehitti United Parcel Servicelle ensimmäisenä maailmassa käsivarteen kiinnitettävän tietokoneen, johon kuului käyttäjän sormeen laitettava sormusskanneri. Myös pienille erityisryhmille on

kehitetty paljon puettavan tietokoneen käyttöliittymiä. Esimerkiksi näkövammaisille on kehitetty lukuisia kosketusnäyttöihin perustuvia järjestelmiä [Tan and Pentland, 1997]. Kypäränäytöillä taasen on ollut selvä tilaus puolustusvoimien erilaisiin tarpeisiin.

Puettavien tietokoneiden käyttöliittymiä on kehitetty joissain tutkimuksissa myös tavalliseen päivittäiseen käyttöön. Perusteellista käyttöliittymätutkimusta tällaisista käyttöliittymistä on kuitenkin tehty vain harvoin. Tämä on ristiriidassa sen seikan kanssa, että käyttöliittymän tärkeys on tunnistettu laajalti puettavia tietokoneita suunniteltaessa. Tan ja Pentland [1997] ovat tutkimuksissaan todenneet, että kaikkein haastavin seikka puettavan tietokoneen rakentamisessa on käyttöliittymän kehittäminen. Myös Smailagic ja Siewiorek [1996] ovat kiinnittäneet huomiota käyttöliittymän tärkeyteen. He ovat huomanneet, että maksimaalisen tehokkuuden saavuttamiseksi käyttöliittymäsuunnittelun tulee ottaa perusteellisesti käyttäjän näkökulma.

Seuraavassa on esitelty erilaisia puettaviin tietokoneisiin suunniteltuja käyttöliittymiä. Tutkimuksia ei ole järjestetty minkään tietyn kriteerin mukaan. Tyypillistä aiheesta löytämiseni tutkimuksille on, että varsinaisia käytettävyystudkimuksia kehitetyille käyttöliittymille ei yleensä ole tehty. Käytettävyystekijät on kuitenkin pyritty huomioimaan käyttöliittymää suunniteltaessa.

3.1. NaviPoint

Kawachiya ja Ishikawa [1998] vertailivat tutkimuksessaan erilaisia mobiiliympäristöön suunniteltuja käyttöliittymiä. He määrittelivät kaksi informaation selailussa käytettävää perusoperaatiota, vierittämisen sekä osoittamisen, ja tutkivat, millaisella käyttöliittymällä nämä toiminnot voisi parhaiten toteuttaa. Tutkimustensa pohjalta he toteuttivat uuden langattomassa ympäristössä tapahtuvaan tiedon selailuun tarkoitettun käyttöliittymän. Käyttöliittymän nimeksi tuli NaviPoint. Se oli pieni, yhdellä sormella käytettävä ohjaussauva, jonka tyyppiset ohjaimet ovat nykyisin yleisiä peliohjaimissa.

Kawachiya ja Ishikawa [1998] asettivat kehitettävälle käyttöliittymälle kolme vaatimusta. Koska mobiililaitteen näytön koko on käytännössä suhteellisen pieni, tuli osoittimen pystyä liikkumaan näytöllä joka suuntaan. Näytöllä olevia asioita saattaa käytännössä olla hankala katsella tarkasti tai jatkuvasti, ja tästä syystä osoittaminen ja valinta tuli pystyä tekemään nopeasti. Kolmas kriteeri oli, että käyttöliittymää tuli pystyä käyttämään yhdellä kädellä. Asettamiensa kriteerien pohjalta he kehittivät NaviPoint-käyttöliittymän. NaviPoint koostui ohjainsauvasta, johon oli integroitu pienoivalitsin sekä kahdesta pyöreästä sensorista jotka oli asetettu ohjainsauvan ympärille. Ohjainsauvan liikuttelu aiheutti painetta pyöreissä sensoreissa, mikä näkyi

käytännössä kursorin liikkumisena laitteen näytöllä. Ohjainsauvan jatkuva kääntäminen tiettyyn suuntaan sai aikaan dokumentin vierityksen. Mikäli ohjainsauvaa liikutteli useita kertoja peräkkäin antaen sen aina palata perusasentoonsa dokumentilla näkyvä tekstin valintaa kuvaava korostus liikkui tekstissä. Korostetun tekstin valinta tapahtui painamalla ohjainsauvaa sormenpäällä alaspäin.

Prototyypin rakentamisen jälkeen Kawachiya ja Ishikawa [1998] tutkivat NaviPointin toimintaa kokeillen ja vertaillen sitä olemassa oleviin järjestelmiin, joissa on käytössä hiiri sekä vierityspalkki. Tuloksena he toteavat, että NaviPoint sopii hypermediadokumenttien selailuun pienillä näytöillä mobiiliympäristössä. Vaakasuoraan tapahtuva vieritys onnistui NaviPointin avulla alle puolella siitä liikemäärästä, mitä tarvittiin käytettäessä perinteistä hiirtä. Havaituista hyödyistä johtuen kehitetyn käyttöliittymän voitiin katsoa sopivan hyvin päivittäiseen käyttöön. NaviPointin kaltaisia käyttöliittymiä on ilmestynyt viime vuosien aikana lukuisiin erilaisiin matkapuhelimiin. Esimerkiksi Nokia 9500 Communicator -mallissa on yhtenä käyttöliittymän osana yhdeksänsuuntainen navigointinäppäin, joka ajatukseltaan seuraa NaviPointin kaltaista ratkaisua.

3.2. Puhekäyttöliittymät

Atlantassa sijaitsevan Georgia Institute of Technologyn tutkijat [Abowd et al., 1997] tutkivat, millainen käyttöliittymän tulisi olla, jotta se voisi mahdollisimman tehokkaasti hyödyntää käyttäjää ympäröivää maailmaa. Heidän näkemyksensä tukevat vahvasti yleistä käsitystä, jonka mukaan kehitettäessä käyttöliittymiä uusiin toimintaympäristöihin pitäisi päästä irti perinteisestä mallista, jota kuvaa tietokoneen käyttö konttorin työpöydällä. Heidän tavoitteensa olikin kehittää käyttöliittymä, joka huomioi käyttäjän sijainnin ja käyttää tätä hyödyksi informaation tuottamisessa käyttäjälle. He laativat muutaman erilaisilla käyttöliittymäratkaisuilla varustetun prototyypin kontekstisidonnaista tietoa käyttävästä puettavasta tietokoneesta kokeillen muun muassa pelkkään puheohjaukseen perustuvaa käyttöliittymää.

Yksi merkittävä etenkin puettaviin tietokoneisiin liittyvässä tutkimuksessa korostuva puhekäyttöliittymän ominaisuus, on käyttäjän käsien jääminen vapaaksi [Dey et al., 1997, Fukumoto ja Tonomura, 1999]. Näin käyttäjä voi suunnata päähuomionsa ja tekemisensä toisaalle tietokoneen toimiessa ainoastaan tietoa välittävänä apuvälineenä ja informaatioympäristön laajentajana. Toinen puhekäyttöliittymän valintaa tukeva ominaisuus on käyttäjille ennestään tuttu puhelinmetafora, jonka voidaan katsoa helpottavan järjestelmän käytön omaksumista.

Georgia Institute of Technologyn tutkijat [Dey et al., 1997] totesivat 1990-luvun lopulla puheen tunnistuksessa vallinneet rajoitukset, ja päättivät tästä syystä rakentaa Wizard of Oz -tyyppisen prototyypin puhekäyttöliittymän tutkimiseksi. Tekemiensä testien perusteella he havaitsivat, että palautteen antaminen käyttäjälle on yhtä tärkeää kuin käyttäjän kommentojen kontrollointi. He huomasivat myös, että puhekäyttöliittymää käyttäessään käyttäjä muistaa saamansa informaation huomattavasti huonommin kuin graafisella käyttöliittymällä työskennellessään. Tämä aiheuttaa ongelmia tiedon esityksessä: tieto tulee esittää riittävän pienissä ja loogisissa paketeissa.

Myös Fukumoto ja Tonomura [1999] huomasivat puhekäyttöliittymän käyttöön liittyvän joitakin huomattavia etuja. Heidän mukaansa puhekäyttöliittymän yleistymisen esteenä ovat lähinnä yhteiskunnalliset tekijät. Puhekäyttöliittymän käyttäminen antaa käyttäjästä sen kuvan, kuin hän puhuisi itsekseen, mikä ei ole monestikaan sosiaalisesti kovin hyväksyttävää.

Vähentääkseen yksinpuhumisen mielikuvaa, Fukumoto ja Tonomura [1999] päättivät hyödyntää matkapuhelin-metaforaa. He kehittivät ranteeseen kiinnitettävän puhelimen ja antoivat sille nimeksi Whisper. Puhelimen mikrofoni asetettiin ranteen sisäpuolelle ja vastaanotin sormenpäähän tai tyveen. He tekivät Whisperistä useita muunnelmia vertaillakseen käyttöliittymän tehokkuutta ja käytettävyyttä, ja huomasivat, että on hyvin vaikeata rakentaa sekä tehokasta että käytettävää järjestelmää nykyisten tekniikoiden avulla. Parhaimmaksi he havaitsivat rannekellomallin, jossa ei ollut lainkaan erillistä vastaanotinta. Toiminnot voisi sijoittaa keskelle kellotaulua ja mikrofonin toimintojen viereen. Tämä siksi, että rannekello on ihmisille tuttu ja mahdollistaa sen käytön mukavuuden.

3.3. Context Compass

Suomela ja Lehikoinen [2000] esittävät yksinkertaisen ja luonnollisen tavan kontekstisidonnaisen tiedon esittämiseen puettavassa tietokoneessa. He ovat kehittäneet kompassi-metaforan perustuvan, silmien eteen ripustettavan käyttöliittymän, josta he käyttävät nimitystä Context Compass. Käyttöliittymästä näkee läpi, joten se ei peitä käyttäjän koko näkökenttää. Käyttöliittymä sisältää kartan ja kompassin, ja se tulkitsee käyttäjän pään asentoja sekä katseen suuntaa antaen tämän perusteella tietoja ympäristöstä. Kohteen valinta tapahtuu kiinnittämällä katse haluttuun objektiin.

Suunnitellessaan Context Compassin käyttöliittymää Suomela ja Lehikoinen [2000] asettivat kehitystyölle neljä päämäärää. Käyttöliittymä ei saa häiritä käyttäjän päivittäisiä toimintoja, sen täytyy pysyä ajan tasalla käyttäjän katseen suuntautumisen kanssa, virtuaaliobjektien valinnan tulee olla yksinkertaista sekä sen täytyy auttaa navigoinnissa. Näiden pohjalta he suunnittelivat silmien

eteen ripustettavan käyttöliittymän. Käyttöliittymän yläosaan he sijoittivat vaakasuoraan kompassin, jotta se ei häittäisi käyttäjän näkyvyyttä. Kompassin oikealla puolella sijaitsevat tiedot kohteesta ja oikeassa alakulmassa kohteen käsittelyyn liittyvät toimintopainikkeet. Näin kaikki tieto pyrittiin pitämään näkökentän laidoilla. Käyttöliittymän pystyi myös sammuttamaan, jolloin näkökenttä muodostui täysin vapaaksi. Käyttöliittymä osoittautui luontevaksi käyttää, mutta käytettävyydesteistä sille ei kuitenkaan tehty. Käytön kannalta ongelmalliseksi osoittautui, miten voitaisiin esittää suurempi määrä virtuaaliobjekteja kerralla.

3.4. Rannetietokoneiden käyttöliittymät

Rannekello on käytännöllinen sijoituspaikka puettavan tietokoneen näytölle, sillä kannamme sitä lähes jatkuvasti mukana, ja kellon katsominen on luonnollinen osa päivittäistä toimintaamme. Tällaisten älykellojen arvo onkin huomattu myös kaupallisesti. Markkinoilla on useita erilaisia tuotteita, kuten MP3-soittimia, digitaalikameroita sekä henkilökohtaiseen tietojen hallintaan suunniteltuja laitteita, jotka on integroitu kelloon. Suomalaiset rannetietokoneiden valmistajat ovat keskittyneet terveysteknologian tuottamiseen tuoden markkinoille sykemittareita.

Narayanaswami ja Raghunath [2000] tutkivat rannekellon näyttöön soveltuvia syöttölaitteita. He oletivat, että ennen kuin kello käyttöliittymänä voisi yleistyä, olisi näyttöresoluution parannuttava huomattavasti. He päätyivätkin rakentamaan korkearesoluutioisen kosketusnäytön, jonka toiminnallisuutta oli lisätty pyörittävällä valitsimen avulla. Ennen sovelluksen suunnittelua he käyttivät paljon aikaa yksinkertaista korkearesoluutioisen kosketusnäytön ja valitun tietojen syöttölaitteen käyttöä. He kiinnittivät suurta huomiota järjestelmän käytettävyyteen, ja onnistuivatkin siinä kohtalaisen hyvin. Tutkimuksen johtopäätöksiä he toteavatkin, että huolellisen suunnittelun avulla rannetietokoneen käyttöliittymä voidaan saada helpoksi navigoida ja toimivaksi useiden ohjelmien käytössä. Hankalin tekijä näytti kuitenkin olevan näytön pieni koko. Se aiheutti ongelmia sekä tiedon esittämisessä että valintojen suorittamisessa näytöltä.

4. Älypuhelinien käyttöliittymät

Tekniikan Maailma -lehti [Ylönen ja Herttua, 2004] esitteli loppusyksystä 2004 uusia markkinoille tulleita älypuhelimia. Niiden yhtenä yhteisenä piirteenä on, että jokaisessa laitteessa on useita eri tekniikoilla toteutettuja käyttöliittymäratkaisuja. Lähes kaikissa esitellyissä malleissa on osana käyttöliittymää aiemmin tässä tutkielmassa esitelty NaviPointin tyylinen

käyttöliittymäratkaisu. Kaikkiin artikkelissa käsitelyihin puhelimiin on lisäksi integroitu perinteisen tietokoneen kaltainen qwerty-näppäimistö.

Älypuhelinien monipuoliset ominaisuudet osoittavat, miten niillä pyritään tyydyttämään mahdollisimman kattavasti kaikki käyttäjien kuvitellut tarpeet. Esimerkiksi Nokia 7710 älypuhelimien ominaisuuksina ovat muun muassa Bluetooth, 65536-värin ja 640*320-pixelin kosketusnäyttö, kamera, nauhuri, video, FM-radio, internetselain, MP3-soitin, tiedonhallintasovellukset, käsialan tunnistus sekä toimisto-ohjelmat. Älypuhelimet näyttäisivät lähestyvän käyttöliittymäratkaisultaan paljon perinteisen pöytätietokonekäyttöliittymän metaforaa, jolloin tietojen syöttö ja selaaminen tapahtuu näppäimistön sekä perinteisen hiiren korvaavan selauslaitteen avulla. Käytännössä tämä tarkoittaa, että älypuhelinien käyttö perustuu käsien ja silmän yhteistyöhön, jolloin käyttöön täytyy keskittyä intensiivisesti. Tämä taas ei palvele tutkielman alussa esitettyä ajatusta, että mobiilitietokoneen käytön tulisi pysyä lähes huomaamattomana oheistoimintona.

Webb [2005] vertailee uusimpien markkinoilla olevien älypuhelimien tekniikkaa ja ominaisuuksia sekä arvioi, miten niiden tulisi jatkossa kehittyä. Hänen mukaansa tällaisten laitteiden käyttöliittymien perimmäinen päämäärä on tarjota käyttäjälle kontekstiin perustuvaa hienovaraista vuorovaikutusta siten, ettei käyttäjä edes huomaa keskustelelevansa tietokoneen kanssa. Hän mainitsee esimerkkeinä uusista käyttöliittymäratkaisuksista erilaiset kasvojen, silmän tai äänen tunnistamiseen perustuvat toiminnot, joiden avulla älypuhelinien hyötykäyttöä voitaisiin laajentaa vaikka erilaisiin tunnistusta vaativiin valvontatehtäviin. Hänen ajatuksensa suuntautuvatkin selvästi multimodaalisten käyttöliittymien kehityksen suuntaan. Webb toteaa, että älypuhelinien täytyy jatkossa tarjota alati enemmän palveluita. Tämä johtaa varmasti jossain vaiheessa uusien käyttöliittymäratkaisujen hyödyntämiseen älypuhelimissa.

5. Käyttöliittymätutkimus kasvatustieteen näkökulmasta

Oppiminen liittyy läheisesti käyttöliittymäsuunnitteluun. Alkaessaan käyttää uutta tietokoneohjelmaa käyttäjä törmää aina jonkinasteiseen oppimistilanteeseen. Uuden järjestelmän käyttöönotto on sitä helpompaa, mitä mutkattomammin sen käytön oppiminen tapahtuu. Opittavuus onkin luokiteltu yhdeksi hyvän käytettävyyden peruspilariksi. Oppimisen syvyys puolestaan vaikuttaa osaltaan toiseen peruspilariin, ohjelman käytön muistettavuuteen.

Jotta käyttöliittymäsuunnittelija pystyisi suunnittelemaan helposti opittavan järjestelmän, on hänen hyvä tietää joitakin perusasioita tiedon olemuksesta sekä

ihmisen oppimisprosessista. Jo vuosisatoja sitten valistuksen ajan suuret ajattelijat oivalsivat, että tieto ei voi koskaan esiintyä objektiivisena muusta maailmasta irrallisena totuutena. Immanuel Kant päätteli aikoinaan, että empiirinen tietomme on sekoitus toisaalta aistiemme kautta saatua toisaalta oman mieleemme muokkaamaa tietoa. Ausbel puolestaan [1968] lausui kuuluisan toteamuksensa: ”Kaikkein suurin oppimiseen vaikuttava tekijä on se mitä oppilas jo tietää.”

Kasvatustieteen piirissä vaikuttaa nykyisin vahvasti konstruktivistinen tietoteoria, joka pohjautuu sveitsiläisen kehityspsykologi Piagetn teorioihin. Hänen teorioitaan onkin käsitelty kasvatustieteessä hyvin laajalti. Muun muassa Haapasalo [2001] kertoo osuvasti Piagetn tutkimuksista. Piaget päätyi tutkimuksissaan siihen, että inhimillinen tieto perustuu aktiivisiin kokeiluihin ja toimintoihin, joiden avulla yksilö pyrkii saavuttamaan asioille merkitykset, jotka ovat sopusoinnussa hänen kokemustensa kanssa. Tieto, oppiminen ja älykkyys eivät siis ole jotain, joka tulee ihmisen ulkopuolelta, vaan ne ovat riippuvaisia hänen aiemmista tiedoista ja kokemuksista. Tieto on jotakin, jota yksilö kykenee assimiloimaan omaan struktuuriinsa. Toisin sanoen ihminen ei kykene vastaamaan kohtaamaansa ärsykkeeseen, ellei se ole hänelle jollain tavalla merkityksellinen – ellei hänellä ole tietoa, mitä hän pystyisi siihen liittämään. Tästä seuraa, ettei ulkoista maailmaa voida nähdä sellaisena kuin se on, vaan sellaisena kuin havaitsija sen tulkitsee. Havaintoja ja tulkintaa ohjaavat ja rajoittavat ihmisen aikaisemmat kokemukset ja niiden pohjalta muodostunut tietorakenne.

Kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppijalle ei siis voida antaa tietoa valmiina, vaan oppiminen edellyttää oppijan omaa aktiivista toimintaa. Uusien asioiden oppimiseen vaikuttavat lisäksi oppijalla jo olevat tiedot. Oppimistapahtumassa oppija rakentaa hänellä ennestään olevan tiedon ja uuden tiedon kombinaationa skeemoja eli joustavasti muuttuvia toimintamalleja. Adey [1988] listaa artikkelissaan muun muassa seuraavat skeemat: muuttujien kontrollointi, muuttujien eliminointi, verrannollinen päätely, kombinatorinen päättelysäilyvyyden skeema, monikertaisuuden skeema ja korrelaatio.

Kognitiivisen oppimiskäsityksen pohjalta voidaan todeta, että ihmisen on helpompaa oppia sellaisia asioita, joita hän pystyy vaivattomasti kiinnittämään jo olemassa olevaan tietorakenteeseensa. Näin esimerkiksi totuttujen toimintamallien hyväksikäyttö uusia laitteita ja käyttöliittymiä suunniteltaessa auttaa opittavuutta ja parantaa näin käytettävyyttä. Tämä seikka on aiheellista ottaa huomioon myös mobiililaiterympäristössä.

6. Yhteenveto

Puettaviin tietokoneisiin sekä älypuhelimiin on rakennettu lukuisia erilaisia käyttöliittymiä, joiden paremmuutta on jokseenkin mahdoton yksiselitteisesti ratkaista. Käyttöliittymien keskinäistä arviointia vaikeuttaa etenkin se, että niiden käyttötarkoitus saattaa erota toisistaan huomattavasti. Tässä tutkielmassa päämääränä oli tarkastella käyttöliittymiä siltä kannalta, miten ne soveltuvat toimisto-ohjelmien mobiilikäyttöön. Kaupallisina sovelluksina tällaisia on ainakin älypuhelimissa, joiden käyttöliittymät koostuvat tavallisesti perinteisen tietokoneen näppäimistö-näyttö yhdistelmästä tai kosketusnäyttöön perustuvasta kirjoituksen tunnistuksesta sekä navigointiin tarkoitettuun hiiren korvaavasta laitteesta. Toimisto-ohjelman mobiilikäytölle asetettiin kuitenkin tarkentava vaatimus. Sen mukaan ohjelmia tulisi kyetä käyttämään, siten että käyttäjän päähuomio voisi olla kiinnittynyt toisaalle. Tästä johtuen näköaisti, joka tuottaa noin 80% ihmisen aistikokemuksista, ei saa olla sidottuna järjestelmän käyttöön.

Kun tarkastellaan asiaa kasvatustieteellisestä näkökulmasta, voidaan käyttöliittymän valinnan yhdeksi tärkeäksi kriteereiksi asettaa käytön helppo opittavuus sekä muistettavuus. Nämä kriteerit saavutetaan, kun laitteen käyttö pohjautuu tuttuun, jo aiemmin opittuun toimintoon. Tällaisia asioita opitellessaan henkilö kiinnittää uuden tiedon jo valmiina mielessä oleviin kokemuksiin ja tietoon. Näin syntyvien skeemojen ansiosta oppiminen tapahtuu nopeammin ja opitut asiat säilyvät myös mielessä paremmin.

Yksi edellä esitetyt kriteerit täyttävä käyttöliittymä on puhelinmetaforaan perustuva puhekäyttöliittymä. Puhekäyttöliittymää käytettäessä henkilön näköaisti vapautuu muihin tarkoituksiin, jolloin käyttöliittymä vaatii vain pienen osan hänen huomiokyvystään. Samansuuntainen vaikutus on myös henkilön käsien jäädessä vapaaksi puhekäyttöliittymän ansiosta. Opittavuutta puolestaan tukee tuttu puhelinmetafora. Tällaista puhekäyttöliittymää suunniteltaessa on kuitenkin kiinnitettävä erityistä huomiota oppimiseen sekä muistamiseen liittyviin tekijöihin, jotka todettiin aiemmin tässä tutkielmassa käyttöä hankaloittaviksi asioiksi. Tällainen on muun muassa liian suuren tietomäärän vaikea muistettavuus [Dey et al., 1997].

Tämän tutkielman tulokset on johdettu teoreettisista pohdinnoista, joiden tukena on suhteellisen suppea puettavien tietokoneiden ja muiden mobiililaitteiden käyttöliittymätutkimusta käsittelevä lähdemateriaali. Tällaista materiaalia ei kartoitukseni mukaan ole juurikaan julkaistu, vaan suuri osa tehdyistä tutkimuksista on lähinnä erilaisten innovaatioiden tuloksena

syntyneiden teknisten ratkaisujen kuvauksia. Tutkimusaineistoa on kuitenkin vielä syytä laajentaa uusien näkökulmien luomiseksi sekä kuvaavien tutkimustulosten löytämiseksi. Myöskään kunnollista hypoteesia ei vielä tämän aineiston pohjalta voi tehdä. Lähdekartoituksen syventämisen sekä laajentamisen jälkeen tarkoitukseni on rakentaa prototyyppi mobiilista puhekäyttöliittymästä, jolla käytetään Lotus Notes -pohjaista kaupallista, CR-järjestelmää. Prototyypinä rakennettavan puhekäyttöliittymän toimivuuden testaan perinteisillä käyttöliittymätesteillä. Näiden osien toteutus on määrä tehdä pro gradu -tutkielmassa.

Viiteluettelo

- [Abowd et al., 1997] Gregory D. Abowd, Anind K. Dey, Robert Orr, and Jason Brotherton, Context-awareness in wearable and ubiquitous computing, *International Symposium on Wearable Computers IEEE ISWC '97*, (1997), 179-180
- [Adey, 1988] P. Adey, Cognitive acceleration: Review and prospects. *International Journal of Science Education* **10** (February 1988), 121 - 134.
- [Billingham and Starner, 1999] Mark Billingham and Thad Starner, Wearable devices. New ways to manage information *IEEE Computer-magazine, Cover Feature* **32** (January 1999), 57 - 64
- [Dey et al., 1997] Anind K. Dey, Lara D. Catledge, Gregory D. Abowd and Collin Potts, Developing voice-only applications in the absence of speech recognition technology, *Georgia Institute of Technology, GVU Technical Report* (February 1997)
Also available as <http://www.cc.gatech.edu/fce/savoir/pubs/savoir.html>
(Last visited 28ht March 2005)
- [Fukumoto and Tonomura, 1999] Masaki Fukumoto and Yoshinobu Tonomura, Whisper: A Wristwatch Style Wearable Handset *CHI 99, ACM Press*, (1999), 112-119
- [Haapasalo, 2001] Lenni Haapasalo, *Oppiminen, tieto ja ongelmanratkaisu*, Medusa, 2001
- [Kawachiyta and Ishikawa, 1998] Kiyokuni Kawachiyta and Hiroshi Ishikawa, NaviPoint: An Input Device for Mobile Information Browsing, *CHI 98, ACM Press*, (1998), 1-8
- [Kuutti, 2004] Kari Kuutti, Virkaanastujaisesityelmä Oulun yliopistossa <http://www.oulu.fi/ajankohtaista/uutiset/kayttoliittymatutkimus-kuutti.html>, 22.10.2004
- [Mann, 1997] Steve Mann, An historical account of the 'WearComp' and 'WearCam' inventions developed for applications in personal imaging.

Proceedings of the First international Symposium on Wearable Computers,
(October 1997), 66-73

[Moore, 1965] Gordon E. Moore, Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, **38** (April 1965)

Also available as <http://www.intel.com/research/silicon/moorespaper.pdf>
(Last visited 26th March 2005)

[Narayanaswami and Raghunath, 2000] Chandra Narayanaswami and M.T. Raghunath, Application Design for a Smart Watch with a High Resolution Display, *IEEE, ISWC 2000*, 7-14

[Nielsen, 2002] Jacob Nielsen, Making the Physical Environment Interactive, <http://www.useit.com/alertbox/20020805.html>, 2002
(Last visited 20th March 2005)

[Salber et al., 1999] Danile Salber, Anind K. Dey, Gregory D. Abowd The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled Applications *CHI'99 ACM Press*, (1999), 434 - 441

[Smailagic and Siewiorek, 1996] Asim Smailagic and Daniel P. Siewiorek, Modalities of interaction with CMU wearable computers, *IEEE Personal Communications* **3**, 1 (1996), 14 - 25

[Tan and Pentland, 1997] Hong Z. Tan and Alex Pentland, Tactual Displays For Wearable Computing. *Proceedings of the 1st International Symposium on Wearable Computers, (ISWC'97). IEEE'97* (1997), 84 - 89

[Webb, 2005] Warren Webb, Smart phones, the next embedded interface, *EDN.com*, (January 2005), 36 - 42

[Ylönen ja Herttua, 2004] Raimo Ylönen ja Ilkka Herttua, Älykästä matkaseuraa, *Tekniikan Maailma*, (Marraskuu, 2004), 26 - 31

Elektronisen kaupan mahdollisuudet organisaation näkökulmasta

Petri Ikävalko

Tiivistelmä.

Sähköisellä kaupankäynnillä tarkoitetaan hyödykkeiden ostamista tai myymistä tietoverkkojen välityksellä. Sähköinen liiketoiminta puolestaan sisältää myös muita toimintatapoja, jotka perustuvat uusien teknologioiden hyödyntämiseen liiketoiminnassa.

Sähköisen kaupan kaksi tärkeintä osa aluetta ovat B2B joka tähtää yritysten väliseen kaupankäyntiin. B2C kohdistuu puolestaan kuluttajiin. Sähköisen kaupankäynti kasvaa koko ajan räjähdysmäisesti ja siksi se on tärkeä alue miltei kaikille yrityksille tulevaisuudessa. Tarkastelen tutkimuksessani sähköisen kaupan käynnin eri osa-alueita sekä niiden sisällään pitämiään malleja. Käytän alalla menestyneitä yrityksiä esimerkkeinä havainnollistamaan mitä sähköinen kaupankäynti voi oikeasti olla.

1. Johdanto

Elektronisella tai sähköisellä kaupalla tarkoitetaan kaupantekoa jossa käytetään apuna elektronisia yhteyksiä, nykyisin yhä enemmän internetiä. Kaupankäynnin kohteena voi olla tavaroiden lisäksi myös palvelut tai tieto. Elektronisen kaupan käynnin voidaan katsoa alkaneen 1970-luvulla jolloin erityisesti pankit alkoivat siirtää varojaan sähköisesti. Elektroninen kaupankäynti aloitti räjähdysmäisen kasvun 1990-luvun lopussa. Tämän mahdollisti 90-luvun alussa leviämisensä aloittanut Internet. Kasvu jatkuu edelleen ja sähköinen kaupankäynti on noussut erittäin merkittäväksi tekijäksi niin talouselämässä kuin myös tavallisten ihmisten arjessa. 1997 elektronisen kaupan arvo maailmassa oli 26 miljardia dollaria. Tällä hetkellä 1000 miljardin dollarin raja lienee ylitetty. Vuonna 2008 yksistään USA:ssa elektronisen kaupan arvon odotetaan olevan kolmesta seitsemään triljoonaa dollaria. Tällöin maailmassa odotetaan olevan 750 miljoonaa internetin käyttäjää ja heistä puolet käyttää internetiä ostokanavana. Sähköisen kaupankäynnin odotetaan edelleen kasvavan lähes 50 % vuodessa. Kaksi tärkeintä kasvun mahdollistavaa sektoria elektronisessa kaupassa ovat B2B (business to business) ja B2C (business to consumers).

Elektronisen kaupan alalla on monia onnistuneita yrityksiä. Esimerkiksi eBay, VeriSign, AOL ja Checkpoint ovat profiloituneet onnistuneina alan edelläkävijöinä. 1999 ala ylikuumeni ja sen seurauksena monet IT-yritykset tekivät konkurssseja. Alaan on kohdistunut ylisuuria odotuksia ja pettymyksiä

on tullut. Erityisesti perinteisen kaupan asiakkaille suunnattu kauppa on ollut pettymys. Syynä tähän on ollut mm. internetin luotettavuusongelmat, maksutapahtuman vaikeus, osaavan henkilökunnan puute yrityksissä, bisnessmallien puute, rajoittavat lait, kulttuuri, asiakkaan tunnistaminen ja tarvittavan infrastruktuurin (esim. laitteet, yhteydet) puute.

Kuten mainittua kaksi tärkeintä elektronisen kaupan kasvualuetta ovat B2B ja B2C. Muita kasvun sektoreita on ennustettu olevan C2C (Consumer to Consumer) eli kuluttajien myynti suoraan toisille kuluttajille, e-government eli yritysten ja virastojen välinen yhteyden pito, e-learning eli verkko-oppinen sekä e-marketing eli e-markkinointi

Elektronisen kaupan käynnin eduiksi on mainittu muun muassa parempi tuottavuus, parempi asiakaspalvelu, vähäisempi riippuvuus ihmistyövoimasta, kysyntä ja tarjonta kohtaavat paremmin, toimitusaikojen joustavuus ja vastaaminen asiakkaan vaatimuksiin. Tulevaisuudessa elektroninen kaupankäynti tulee olemaan merkittävä osa kaikilla kaupan aloilla ja se tulee olemaan "etusivu" organisaation bisnekselle. Sähköisessä kaupankäynnissä pätevät ja tulee pätemään samat lainalaisuudet kuin tavallisessa kaupankäynnissä sillä erotuksella, että sähköinen kaupankäynti asettaa suuremmat vaatimukset tietoturvallisuudelle, toisaalta se avaa uusia mahdollisuuksia ja visioita kaupankäynnille. Luonnollisen kommunikoinnin puute sähköisessä kaupankäynnissä on sekä mahdollisuus että uhka.

Pyrin tutkimuksessani tutkimaan minkälaisia mahdollisuuksia eri alan yrityksillä on tehostaa liiketoimintaansa laajentamalla sitä elektronisen kaupan suuntaan. Minkälaisia malleja ja tietojärjestelmiä on otettu käyttöön ja miten hankkeissa on onnistuttu.

2. Taustaa ja määrittelyä

Uuden teknologian myötä yrityksille on syntynyt uusia kaupankäyntimuotoja, jotka perustuvat tietoverkkojen hyväksikäyttöön. Niihin liittyvät käsitteet eivät kuitenkaan ole vielä aivan vakiintuneet. Kirjallisuudessa puhutaan sähköisestä kaupankäynnistä, elektronisesta kaupankäynnistä ja sähköisestä sekä elektronisesta liiketoiminnasta.

Kaupankäynti perustuu tuotteiden ja palveluiden vaihtoon kaupan, ryhmien ja ihmisten välillä [Järvelä ja Tinnilä, 2000]. Näin ollen kauppa on yksi tärkeimmistä toiminnoista missä tahansa liiketoiminnassa. Informaatioteknologian avulla on mahdollista kehittää kaupankäynnin ulkopuolisia toimintoja ja suhteita yksityisasiakkaiden, ryhmien ja toisten yritysten välillä. Internet kaupankäynti on internet teknologioiden hyödyntämistä sähköisessä liiketoiminnassa. Nämä teknologiat ovat tällä

hetkellä tulossa standardiksi erilaisissa intra-verkoissa ja yritysten välisissä verkoissa. Internet on siis osa sähköistä kaupankäyntiä. Sähköinen kaupankäynti tukee liiketoiminnan toimitusketjua (joukko vastavuoroisia tapahtumia jossa organisaatio aiheuttaa tavaroiden tai palveluiden vaihtoa toisten yritysten tai ihmisten välillä), asiakasketjua (joukko tapahtumia jossa yritys myy tuotteitaan tai palveluaan asiakkaille) ja yhteisöketjua (joukko vastavuoroisia tapahtumia joissa kaupankäynti vaikuttaa ympärillä oleviin yhteisöihin).

2.1. Verkostoituminen

Yritysten välinen yhteistyö on laajentunut ja syventynyt, mikä näkyy sekä palveluyrityksissä että teollisuudessa. Erityisen voimakasta verkostoituminen on nopean teknologisen kehityksen aloilla kuten telekommunikaatioalalla. Nopean kasvun ja kehityksen aloilla yksittäisellä yrityksellä ei ole enää aikaa tehdä kaikkea itse, vaan osa yrityksen tutkimus- ja kehitystoiminnasta tapahtuu yrityksen ulkopuolella. Yhteistyön avulla yritys voi kytkeä itsensä muiden yritysten resursseihin ja kapasiteettiin. Syventyneen yhteistyön myötä yritykset ovat rakentaneet tietojärjestelmiä, joilla pyritään varmistamaan yritysten välinen tehokas tiedonsiirto. Osa järjestelmistä mahdollistaa sen, että toimittajat tietävät reaaliaikaisesti asiakasyrityksensä kysyntätarpeen. 2000-luvun alussa suurin osa järjestelmistä on toteutettu kahden yrityksen välisinä EDI-järjestelminä. Nykyisin järjestelmät on pyritty rakentamaan Internet-pohjaisiksi jolloin järjestelmän rakennuskustannukset ovat halvemmat.

Internetin avulla voidaan luoda eräänlainen markkinapaikka, jossa useat yritykset kytkeytyvät toisiinsa. Siirtyminen kahden organisaation välisestä ratkaisusta monenkeskiseen on tuonut yrityksille suuria kustannussäästöjä. Elektroninen markkinapaikka voi toimia keskuksena, johon kytkeytyvät niin asiakkaat, toimittajat, kuljetusyritykset kuin muutkin yhteistyökumppanit.

Elektronisella markkinapaikalla voi olla myös kielteisiä vaikutuksia. Elektroninen kaupankäynti saattaa johtaa avoimeen huutokauppaan eli jatkuvaan hintakilpailuun aloilla joille se ei sovi. Näitä aloja ovat sellaiset, joissa toimittaja-asiakassuhde sisältää pitkäjänteistä kehitystyötä yhteisen edun saavuttamiseksi. Jos toimittajaa kilpailutetaan jatkuvasti, yrityksellä ei ole kannustinta tehdä asiakaskohtaisia investointeja eikä pitkäjänteistä asiakaskohtaista kehitystyötä. Jatkuva toimittajien kilpailu vaarantaisi tämänkaltaiset yhteistyötilanteet.

2.2. Sähköisen kaupankäynnin edut.

Eri lähteissä on lueteltu useita sähköisen kaupankäynnin etuja. Edut voidaan jakaa viiteen pääryhmään.

- Kustannussäästöt. Tämä pitää sisällään matalammat logistiikan kustannukset, matalammat postituskustannukset, pienemmät varastointikustannukset sekä pienemmät henkilöstökustannukset. Kustannussäästöt vaihtelevat huomattavasti toimialoittain.
- Ajan säästö. Pitää sisällään nopeamman reagointiajan markkinatilanteeseen, asiakkaisiin ja jakelijoihin; parempi joustavuus; ja jakelu- ja maksuaikojen nopeutuminen.
- Paremmat yhteydet. Erityisesti verkostotaloudessa toimivat yhteydet asiakas- ja toimitusketjussa saavat aikaan myös parempaa tehokkuutta ja hyötysuhdetta.
- Parempi laatu. Pitää sisällään pääsyn uusille markkina-alueille, uusia tapoja markkinoida tuotteita ja palveluita ja asiakassuhteiden parantumisen. Tämä saa jälleen kerran aikaan tehokkuutta ja kustannussäästöjä.
- Parempi kilpailukyky. Sähköisen kaupankäynnin myötä organisaatio pystyy laajentamaan liiketoimintaansa maailmanlaajuiseksi.
- Asiakastyytyväisyys. Lähes kaikki elektroniseen liiketoimintaan osallistuneet yritykset ovat sitä mieltä, että asiakastyytyväisyys on parantunut sen myötä.

2.3. Sähköisen kaupankäynnin ongelmia.

Vaikka tutkimuksen aiheena on sähköisen kaupankäynnin mahdollisuudet, lienee hyvä mainita myös lyhyesti sähköisen kaupan käynnin ongelmia. Ongelmiksi on koettu muun muassa luottamus. Ihmiset eivät luota uusiin tekniikoihin tai siihen, että heidän henkilötietonsa pysyisivät luottamuksellisina. Sähköinen kaupankäynti myös eriarvoistaa ihmisiä sillä rikkaimmilla on paremmat mahdollisuudet käydä sähköistä kauppaa. Koska teknologia kehittyy valtavaa vauhtia, syntyy ongelmia eri ohjelmien ja niiden versioiden ja tekniikoiden yhteensovittamisessa. Tämä taas kasvattaa riskiä erilaisten virheiden syntymiseen kaupankäynnin aikana. Myös perinteinen kauppiaan ja asiakkaan välisen vuorovaikutuksen puuttuminen on koettu ongelmaksi.

3. B2B

3.1. Määrittelyä

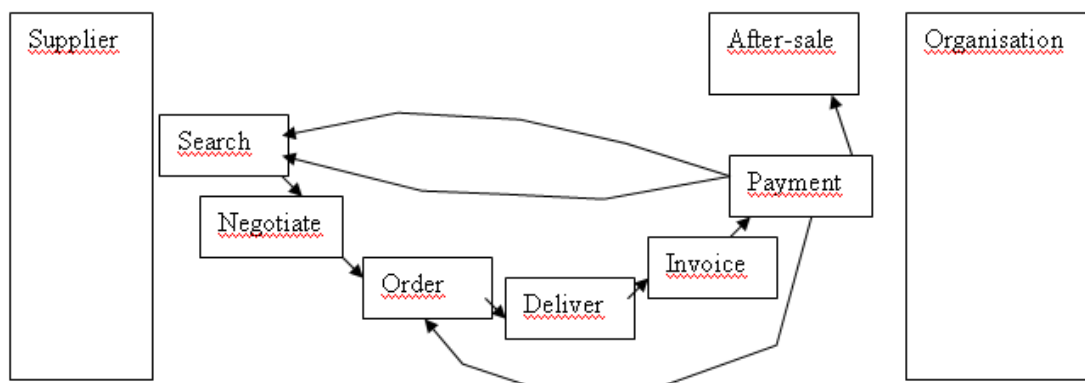
B2B (Business to Business) tähtää yritysten väliseen sähköiseen kaupankäyntiin. Tyypillistä on teknologian hyödyntäminen toimitusketjujen hallinnassa. Internet on viime vuosina noussut johtavaksi tavaksi siirtää tietoa yritysten välillä. On arvoitu, että B2B sähköisen liiketoiminnan arvo kymmen kertainen verrattuna B2C sähköiseen liiketoimintaan.

3.2. Toimitusketju

Toimitusketjulla tarkoitetaan eri toimipisteiden kautta kulkevaa tavaroiden ja palveluiden virtaa sekä näihin tavaroihin ja palveluihin liittyvää tieto- ja raha virtaa. Toimitusketjuista on tehty erilaisia malleja. Osto- ja myyntiprosessin tapahtumat voidaan jakaa esimerkiksi kuuteen eri ketjuun.

1. Ostaja tarkastelee haluttuja tuotteita. Tämä voi tapahtua esimerkiksi Intranetissä.
2. Saatuaan tuotteiden ominaisuudet selville ja saatuaan eri toimittajalta tarjouksia ostaja rankkaa eri tarjoukset paremmuusjärjestykseen haluttujen ominaisuuksien mukaan. Tähän voidaan käyttää apuna tietokoneohjelmia.
3. Ostaja tilaa tuotteen sähköisesti.
4. Myyjä toimittaa tuotteen. Toimituksen jälkeen sekä ostajan, että myyjän tietojärjestelmässä tapahtuu automaattinen päivitys varastotilanteesta.
5. Myyjä toimittaa laskun ja ostaja maksaa tämän. Nämäkin tapahtuvat sähköisesti.
6. Myyjä voi tarkkailla toimitun tuotteen toimintaa, antaa koulusta tuotteen käyttöön tai esimerkiksi päivittää ja toimittaa varaosia tuotteeseen.

Toimitusketjusta voidaan laatia monimutkaisiakin malleja. Esimerkiksi tavaran toimittajan puolella kuvattuja prosesseja voivat olla materiaalin hankinta, hankinta infrastruktuurin hallinta tuotannon suorittaminen ja valmistusinfrastruktuurin hallinta.



Kuva 1. Toimitusketju. [Beynon-Davies, 2004]

3.3. Toimitusketjun hallinta

Toimitusketjun hallinta sivuaa logistiikkaa, joka tarkastelee tuotannon, materiaali- ja tietovirtojen sekä hankinta- ja asiakaspalvelujen hallitsemista operatiivisen tason kuljetus-, varastointi-, tilausten käsittely- ja pakkauskysymyksistä strategisen tason kilpailukysymyksiin. Vaikka toimitusketjun hallinnalle löytyy useita määritelmiä, se on käsitteenä logistiikkaa kokonaisvaltaisempi kattaen tuotteiden sekä niihin liittyvän tiedon ja rahan hallinnan aina raaka-ainetuotannosta vähittäismyyntiin saakka.

SCM-järjestelmille on tyypillistä, että ne ovat varsin massiivisia ja ne ovat usein suuryritysten sisäisten toimitusketjujen hallintaan. Toimitusketjun hallinta näyttää tukeutuvan ajatukseen, että toimitusketjun yrityksillä on sama SCM-järjestelmä. Nykisin on siirrytty Internetin suomiin mahdollisuuksiin järjestelmää tehtäessä. Extranetin käyttö ja XML-tekniikka ovat osoittautuneet hyviksi ratkaisuuksi.

Syitä SCM-järjestelmien käyttöönottoon ovat muun muassa yritysten kansainvälistyminen ja tätä myötä kasvava koko, tuotteiden monimutkaisuus ja markkinoiden nopeat muutokset. SCM:n myötä toimitusvarmuus on parantunut, varastojen pienentyminen ja tuotannon läpimenoajat ovat pienentyneet.

3.4. B2B-infrastruktuuri

Perusongelma B2B-infrastruktuurissa on kuinka automatisoida toimintoja niin, että kustannukset pienenevät, lisätä toimintoja vähentää ihmisten osuutta prosesseissa. On löydettävä toimiva ratkaisu eri toimitusketjuille kuten, neuvottelu, tilaus, jakelu ja maksu. Ennen käytössä oli pääsasiassa tekniikka nimeltään EDI. Nykyisin on pyritty hyödyntämään Internetin mahdollistamia tekniikoita kuten Extranetiä ja XML-tekniikkaa.

3.5. Erilaisia B2B-malleja

B2B on perinteisesti perustunut hyviin ja luottamuksellisiin väleihin yrityksen ja sen tavarantoimittajien välillä. On esitetty neljä eri mallia B2B kaupankäyntiin riippuen toimitusketjun ominaisuuksista.

- Toimittaja-suuntautunut B2B. Tyypillisesti Toimittaja-suuntautunut B2B-malli sisältää yhden toimittajan ja monta potentiaalista ostajaa. Tyypillistä on pienet tuotteet ja ostomäärät. Yksin suosituimmista käytännön esimerkeistä on Internet kauppa jossa, mainostetaan ja myydään yrityksen tuotteita ja palveluita.
- Ostaja-suuntautunut B2B. Tässä lähestymistavassa kuluttaja avaa sähköisen kauppapaikan omalla serverillään. Se kutsuu tavarantoimittajia jättämään tarjouksen halutuista tuotteista. Tämän jälkeen se valitsee parhaan tarjouksen.
- Keski-suuntautunut B2B. Tässä mallissa sekä ostaja ja myyjä ovat yhtä vahvoja he käyvät keskenään kauppaa sähköisessä kauppapaikassa. Tyypillistä on, että ostaja ostaa tavaroita usealta toimittajalta ja toimittaja toimittaa usealle ostajalle.
- Kumppanuus-suuntautunut B2B. Kolme edellistä ovat kaikki suunniteltu erilaisille sähköisille kauppapaikoille joille on tyypillistä monelta monelle toimitukset. Kumppanuus-suuntautunut B2B-malli on sen sijaan perinteisempi. Siinä kumppanuussuhde on jo olemassa ja sitä halutaan tiivistää ja tehostaa B2B-järjestelmällä. Tyypillinen esimerkki järjestelmästä on extranet.

3.6. B2B:n etuja

B2B sähköiseen kaupankäyntiin siirtyminen tuo mukanaan muun muassa seuraavia etuja:

- Matalammat hankintakustannukset. Perinteisesti hankinta on vaikea ja monitasoinen tapahtuma. Sähköisen kaupankäynnin myötä ostaja hankintakustannukset pienevät koska kauppatahtuman kustannukset pienenevät muun muassa hankintojen keskittämisen myötä.
- Matalammat varastokustannukset. Koska tuote pystytään toimittamaan nopeammin, organisaatio pystyy pitämään pienempiä varastoja.
- Ajan säästö. Sähköiset yhteydet yritysten välillä mahdollistavat nopeamman ostoprosessin läpiviennin, nopeamman tuotteiden kehittämisen ja suunnittelun sekä nopeamman varaosien toimittamisen.

Toimiala	Kustannussäästöt
Elektroniset komponentit	29-39%
Metsäteollisuuden tuotteet	15-25%
Paperi	10%
Terästeollisuus	11%
Konepajateollisuus	22%
Elintarvikeaineokset	3-5%

Taulukko 1. Kustannussäästöt B2B-kaupasta eri aloilla. [Jansson et al. 2001]

3.7. Käytännön esimerkki B2B:stä

Cisco Systems on maailman johtava Internet-järjestelmien toimittaja. Ciscon IP (Internet Protocol) -pohjaiset ratkaisut toimivat Internetin sekä useimpien yritysten, oppilaitosten ja julkishallinnon tietoverkkojen perustana ympäri maailman. Cisco tarjoaa myös alan laajimman valikoiman ratkaisuja datan, äänen ja videon yhtäaikaiseen välitykseen verkossa.

Cisco on käynnistänyt e-business strategian toimitusketjun hallintaan tärkeimmissä liiketoimissaan. Toimitusketju on tärkeässä osassa liiketoiminnassa sillä Ciscon tuotanto tapahtuu 34 tehtaassa joista vain kaksi on emoyhtiön omistuksessa. Tavarantoimittajien osuutena 90% ja lopputuotannosta (valmiit tuotteet) 55% on tavarantoimittajien käsissä.

Tärkein tekijä Ciscon B2B sähköisessä liiketoiminta strategiassa on integroida ERP-järjestelmä tavarantoimittajien käyttöön. Tavarantoimittajat käyttävät ERP-järjestelmää ennakoimaan tavarantoimittajien tarvetta ja vastataksaan tavarantoimittajien kysyntään mahdollisimman nopeasti. Tämä tarkoittaa, että muutokset eri tilanteissa välittyvät välittömästi toimitusketjun eri tahoille. Jos esimerkiksi Cisco huomaa, että jokin tavara on loppumassa toiselta alihankkijalta se pystyy ajoissa tilaamaan tuotetta toiselta. On arvioitu, että ERP-järjestelmillä saavutetaan isoissa organisaatioissa miljoonien eurojen tai dollarien säästöt.

Cisco on tehnyt myös B2C sähköisen kaupan porttaalin. Internet porttaalissa on mahdollisuus tutustua tuotteisiin, tilata niitä, asiakaspalveluosio, teknistä neuvontaa, jne. Cisco on laskenut, että sen 20 miljardin dollarin myynnistä 75 % tulee tämän porttaalin kautta. Porttaalilla syntyy myös 20 % prosenttien kokonaissäästöt operatiivissa kuluissa (postitus, laskutus, jne...).

4. B2C

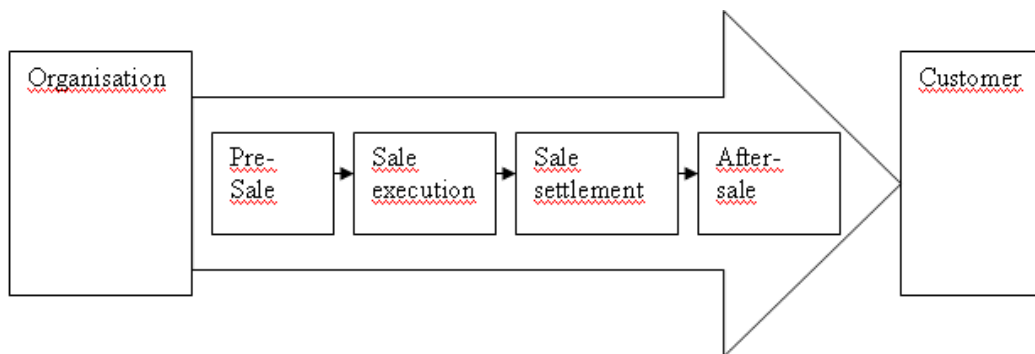
4.1. Määrittelyä

B2C (Business to Consumer) tähtää yritysten tuotteiden tai palveluiden myyntiin yksittäisille kuluttajille sähköisesti. B2C sähköinen liiketoiminta on alkanut ja kasvanut Internetin räjähdysmäisen leviämisen myötä. On arvioitu [Kauhanen, 2003], että Länsi-Euroopassa verkkokauppa ohittaa kuvastojen avulla tapahtuvan postimyynnin vuonna 2006.

4.2. Asiakasketju

Prosessit organisaation ja asiakkaan välillä voidaan jakaa neljään ketjuun.

- 1) Mainonta. Yritys mainostaa itseään potentiaalisille asiakkaille Internetissä ja sähköpostilla. Yrityksellä on katalogi tuotteistaan tarkkoine tietoineen ja hintoineen.
- 2) Ostotapahtuma. Asiakkaan on mahdollista suorittaa ostotapahtuma Internetissä.
- 3) Maksutapahtuma. Maksu on mahdollista suorittaa turvallisesti esimerkiksi luottokortilla.
- 4) Myynnin jälkeinen toiminta. Yritys voi tarjota varaosia, päivityksiä ja huoltoa sekä uusia tuotteita ostotapahtuman jälkeen. Tämä edellyttää asiakasrekisteriä ja asiakkaan tuntemusta.



Kuva 3. Asiakasketju. [Beynon-Davies, 2004]

4.3. B2C infrastruktuuri

Organisaation näkökulmasta tekniikan ja ympäristön tuettava seuraavia toimintoja: Mahdollisten asiakkaiden etsiminen, markkinointi, tuotekatalogi, tuotteen tilaaminen, maksaminen, jakelu (nämä kaikki online) sekä asiakastiedon kerääminen ja asiakaskunnan profilointi.

4.4. Markkinointi

Markkinointi lienee tärkein asiakaskeskeinen prosessi liiketoiminnassa. Nykyisin lähes kaikilla yrityksillä on internetsivut. Tavallisesti sivuilta löytyy kuvaus yrityksestä ja sen tarjoamista tuotteista ja palveluista, sijainti sekä yhteystiedot. Asiakkaalla on luultavasti mahdollisuus ottaa yhteyttä yritykseen, tavallisimmin tämä on mahdollistettu integroimalla sähköposti ja www-sivut toisiinsa.

4.5. Online-katalogi

On tavallista, että yritys listaa tarjoamansa tuotteet sivuillaan. Näin on tietenkin pakko olla mikäli yritys myy tuotteitaan Internetin kautta. Katalogi voi olla dynaaminen tai se voi päivittyä automaattisesti kun tuotetietoa päivitetään tietokantaan. Kehittyneimmissä voidaan jopa tarjota eri hintoja eri asiakassegmenteille, esimerkiksi kanta-asiakkaille tai suurostajille.

4.6. Online-tilaus ja maksu

Seuraava askel on asiakkaan suorittama tuotteen tilaus. On hyvin tavallista, että maksu on mahdollista vain luottokortilla. Tämä karsii jonkin verran asiakaskuntaa. Nuorilla ei useinkaan ole luottokortteja ja toisaalta monilla on epäilyksinä mihin luottokortti tiedot joutuvat. Maksutapahtumaa ei pidetä luotettavana. Myös toisenlaiset ratkaisut ovat mahdollisia. Lasku voidaan lähettää asiakkaalle postilla tai sähköpostilla vasta kun tuote on saapunut perille. Air Finland on tehnyt ainakin Suomessa melko ainutlaatuisen ratkaisun. Siinä lentolipun maksu suoritetaan ostoprosessin aikana verkkopankilla.

4.7. Online-toimitus

Jotkin tuotteet on mahdollistaa toimittaa välittömästi verkon välityksellä. Tuotteiden on oltava luonnollisesti digitaalisessa muodossa. Tällaisia tuotteita ovat olla muun muassa kuvat, musiikki, elokuvat, radio ja televisio lähetykset sekä tietokoneohjelmat. Myös soittoäänien ja muiden kännyköiden lisäominaisuuksien toimittaminen tapahtuu "online". Samoin pääsy maksullisiin verkkolehtiin tapahtuu yleensä heti kun maksu on suoritettu.

4.8. Asiakkaan profilointi

Asiakkaiden profiloinnista on tullut tärkeä osa nykyaikaista liiketoimintaa. On tärkeää tietää minkälaisia asiakkaita yrityksellä on. Tietojen pohjalta voidaan laatia strategioita uusien asiakkaiden tavoittamiseen, myyntikanavan kehittämiseen ja mikä tärkeintä nykyisten asiakkaiden tyytyväisenä pitämiseen.

4.9. Asiakkuussuhteen hallinta

CRM (Customer Relationship Management) eli asiakkuussuhteen hallinta on viime vuosina noussut voimakkaasti esiin painottaen sitä kilpailuetua, jonka yritys voi saada hyvällä asiakkuuksien johtamisella. Termi liitetään yleisesti sähköiseen kaupan käyntiin, mutta se ei ole CRM:n ainoa sovellusalue. Se edellyttää asiakkaan tarpeiden ja ongelmien tuntemista, mutta myös niihin liittyvien prosessien tuntemista. Voi olla, että yrityksen kannattaa muokata omia prosessejaan palvelemaan jo olemassa olevia parhaita asiakkaita eikä niinkään uusien kalasteluun. CRM perustuu asiakas tiedon keräämiseen. Tämän tiedon perusteella pyritään muun muassa tunnistamaan parhaat asiakkaat ja ohjaamaan markkinointia, myyntiä ja palvelua siten, että asiakkaat pystytään pitämään pitkäaikaisesti ja vielä lisäksi heidän uskollisuuttaan. CRM-järjestelmän tarkoitus on tarjota asiakastiedot organisaatiossa kaikille, joille niistä on hyötyä. Tämä tieto tehostaa erityisesti markkinointi organisaation toimintaa. Yksi käytetty tapa laskea asiakkaan arvoa on seuraava:

Asiakkaan elinikäinen arvo = tämän hetkinen arvo + potentiaalinen arvo tulevaisuudessa + strateginen arvo.

CRM:n avuksi on kehitetty erilaisia työkaluja. Potentiaalisten asiakkaiden seulonta, asiakasrekisterin jalostaminen, asiakaspalautteen seulonta, asiakkaan tarpeiden tunnistaminen, asiakastiedon hyväksikäyttö tarjouta tehtäessä sekä jälkimarkkinointi ovat tyypillisiä toimintoja tällaisille työkaluille.

4.10. B2C:n etuja

Etuja organisaation näkökulmasta.

- Kauppatapahtuman pienemmät kustannukset.
- Helppo pääsy maailmanlaajuisille markkinoille ja useampien potentiaalisten asiakkaiden tavoittaminen.
- Mahdollisuus tarjota tuotteita halvemmalla hinnalla asiakkaille.

Etuja kuluttajan kannalta.

- Pääsy tavaroihin ja palveluihin kotoa tai muista vaihtoehtoisista paikoista.
- Tuotteiden ja palveluiden matalammat hinnat.
- Tavaroiden ja palveluiden laajempi tarjonta.

4.11. B2C-malleja

On olemassa erilaisia käytännön malleja B2C-sähköiseen kauppaan. Esimerkiksi organisaation koko ja kaupatta tuote tai palvelu vaikuttaa siihen mikä on paras ratkaisu. Niitä voivat olla:

- Perinteinen verkkokauppa. Myydään suhteellisen isoille markkinoille useampia eri tuotteita. Tekniset ratkaisut toteutetaan itse. Saavutetaan säästöjä pienemmillä varastoilla, suuremmilla ostomäärillä sekä parantuneella inventaariojohtamisella.
- Verkkotavaratalo. Kuten perinteinen verkkokauppa, mutta samassa paikassa on useita eri alojen kauppiaita. Säästöjä syntyy yhteisestä teknisestä ratkaisusta.
- Kolmannen osapuolen tarjoama markkinapaikka. Annetaan tuotteiden verkkomyynti kolmannen osapuolen käsiin. Tällöin yritys voi keskittyä ydinosaamiseensa. Kolmannelle osapuolelle maksetaan esimerkiksi syntyneiden kauppojen mukaan tai prosenttiosuutena kokonaisymyynistä. Tämä on tyypillistä verkostotaloudessa.
- Kolmannen osapuolen tarjoamat osaratkaisut. Turvaututaan ostamaan osa esimerkiksi teknisistä ratkaisuista kolmannelta osapuolelta. Erilaisia ulkoistettavia osia voivat olla esimerkiksi maksujen käsittely ja tietoturvaratkaisut.

4.12. Käytännön esimerkki B2C:stä

Amazon.com on varmasti käytetyin käytännön esimerkki B2C-mallista puhuttaessa. Jeff Bezos perusti web-kirjakauppa Amazon.comin vuonna 1995. Jo alkuvaiheessa tavoitteena oli kasvu maailman suurimmaksi kirjakaupaksi. Kun Amazon.com perustettiin, oli sähköinen kaupankäynti vielä lapsen kengissä eikä sillä ollut merkittäviä kilpailijoita. Jo vuoden kuluttua kaupan avaamisesta se oli kasvanut Internetin suurimmaksi ja arvostetuimmaksi kirjakaupaksi. Alusta alkaen Amazon.com tarjosi ison kirjon erilaisia palveluita asiakkailleen. Esimerkiksi:

- Henkilökohtainen muistutus kun itseä kiinnostavan aihepiirin tai kirjailijan uusia kirjoja tuli myyntiin.
- Asiakkaat pystyivät kirjoittamaan omia suosituksiaan muille asiakkaille lukemistaan kirjoista.
- Sivu jossa listattiin kirjoja joille oli myönnetty kirjallisuus palkintoja.

Alussa Bezos varoitti sijoittajia odottamasta voittoja ensimmäiseen viiteen vuoteen. Kuitenkin Amazon aloitti voimakkaan laajentumisstrategian. Esimerkiksi:

- Se laajensi tuotevalikoimaansa esimerkiksi leluihin ja CD-levyihin.
- Mahdollisuus huutokaupata pieniä tavaroita toisille asiakkaille.
- Mahdollisuus käyttää palveluita wap-puhelimella.
- Ihmiset pystyivät myymään tuotteitaan suoraan toisille ihmisille Amazon.comin kautta.

Vaikka yhtiö on edelleen internetin johtava myyntiyriutus, Bezos sanoo yrityksen olevan ennen kaikkea teknologiayriutus. Se on joutunut satsaamaan suunnattomasti eri tekniikoihin jotta jakelu-, myynti- ja julkaisutoiminta toimisi ongelmitta myös ongelmatilanteissa. Yhtiö tarjoaa muun muassa seuraavia toiminnallisuuksia sivuillaan:

- Hakutoiminnot. Asiakas voi hakea tuotteita kuten kirjoja, CD-levyjä, DVD-levyjä, tietokone pelejä, jne. avainsanalla, otsikolla, aiheella, tekijän nimellä, soittimella, näyttelijän tai ohjaaja nimellä, julkaisupäivämäärällä tai ISBN-numerolla.
- Lisäominaisuudet. Yriutus tarjoaa tuotteilleen kattavia lisäominaisuuksia, esimerkiksi, erilaisia kirjan kansia, tuote arvosteluita, toisten asiakkaiden mielipiteitä ja kirjailijoiden ja artistien haastatteluita.
- Suositukset ja personalisointi. Yriutus lähettää tervehdyksiä asiakkaan omalla nimellä ja tarjoaa asiakkaan ostokäyttäytymisen mukaan hänelle mieluisia tuotteita.
- Turvallinen maksusuoritus luottokortilla. Amazon on kehittänyt tietoturvaansa ja tietojen kryptausta niin, että ostotapahtuma on ehdottoman turvallinen.

Joulukuussa 2004 yhtiö ylitti kaikki aiemmat myyntiennätyksensä. Parhaana päivänä myytiin 2,8 miljoona tuotetta. Amazon ylsi joulukuun 14. päivä uuteen ennätykseen dvd-myyntissä. Yhtiö sai tuolloin yli 13 000 tilausta Taru sormusten herrasta: Kuninkaan paluu -elokuvan pidennetystä versiosta. Hyvin menneen joulumyyntin ansiosta Amazon ylsi toisena tilivuotena voitolliseen tulokseen. Ensimmäinen kerta tuli edellisenä vuotena.

5. Muita sähköisen kaupan alueita

5.1. C2C

C2C (Consumer to Consumer) eli kuluttajalta kuluttajalla tarkoitetaan erilaisia verkkoja joissa samanhenkiset ihmiset ovat tekemisissä toistensa kanssa. C2C ei ole taloudellisesti läheskään niin merkittävä kuin edellä esitetty B2B ja B2C.

Käytännön esimerkkejä C2C:stä ovat Internetin erilaiset "kirpputorit" kuten Keltainenpörssi sekä nettihuutokaupat. Myös esimerkiksi vertaa.fi:n kaltaiset kuluttajille suunnatut palvelut joissa mahdollistetaan eri yritysten tarjoamin tuotteiden hintavertailu, ovat osa C2C:tä.

Maailman menestynein yriutus tällä alalla lienee eBay. Sen liiketoimintamalli on yksinkertainen. Se tarjoaa mahdollisuuden huutokaupata tavaroita ja

esineitä muille yksityisille ja toisaalta huutaa muiden tarjoamia tuotteita. Keskimäärin tuotteen kauppahinta on vain noin 10 dollaria. Suurin osa asiakkaista on keräilijöitä jotka vaihtavat postimerkkejä ja kolikoita, yms. Tästä huolimatta eBay on menestys. Yhtiö kertoo, että päivittäin kaupattavana on miljoona tuotetta. Rekisteröityjä käyttäjiä on 10 miljoonaa. Vuoden 2005 myyntiennuste on huimat 4,2 miljardia dollaria. Yhdysvaltain ja Euroopan kaupan kasvussa eBay on saavuttanut jo lakipisteensä. Yhtiön vuoden 2004 neljänneksen tulos oli odotettua pienempi ja tämä sai yhtiön nopeuttamaan suuntautumistaan enemmän Itä-Aasian markkinoille.

5.2. E-markkinointi

Markkinointi on prosessi, jossa suunnitellaan ja toteutetaan tavaroiden ideoiden ja palvelujen tuotteistaminen, hinnoittelu ja markkinointiviestintä ja jakelu, jotta saataisiin aikaan vaihdantaa sekä yksilön, että organisaation tavoitteiden täyttämiseksi.

E-markkinointia suunniteltaessa yrityksen on selvitettävä perinteiset markkinoin kysymykset: ketkä ovat asiakkaitamme, mitkä ovat heidän tarpeensa, mihin pyrimme ja miten saavutamme tilanteen jossa asiakas pitää meitä ykkösvalintanaan. Näitten kysymysten lisäksi tulee miettiä miten markkinoinnin tekniset ratkaisut toteutetaan. Onko tarvittava ympäristö jo olemassa vai tarvitseeko tehdä laite, yms. investointeja. Toteutammeko kaiken itse vai ulkoistammeko.

E-markkinoinnin etuja ovat muun muassa säästöt markkinointikustannuksissa, mahdollisuus yhdistää kuvaa ja ääntä ja mahdollisuus kertoa enemmän kiinnostavammin, mainokset näkyvät 24 tuntia vuorokaudessa. Hyvin toteutetulla e-markkinointi ratkaisulla tavoitetaan enemmän potentiaalisia asiakkaita kuin perinteisellä markkinoinnilla, pystytään seuraamaan tarkemmin ostajien käyttäytymistä, sekä integroimaan mainos- ja ostotoiminto lähemmäksi toisiaan.

Tyypillisiä e-markkinoinnin markkinointiviestinnän ratkaisuja ovat omien Internet sivujen perustaminen yrityksen nimi domain-nimenä, banneri-mainonta muiden yritysten sivuilla, yrityksen rekisteröinti hakupalveluihin, e-mailin hyväksikäyttö mainonnassa sekä tiedon kerääminen asiakkaiden käyttäytymisestä esimerkiksi cookieiden avulla.

5.3. E-government

Erilaiset E-government ratkaisut on tarkoitettu helpottamaan yritysten ja viranomaisten välistä yhteyden pitoa ja ne tarjoavat kansalaisille useita mahdollisuuksia lähestyä julkishallintoa.

Eräs e-government ratkaisuja tarjoava yritys Suomessa on Elma. Elma [Elma, 2005] tarjoaa muun muassa sähköistä asiointipalvelua jolla yritykset voivat ilmoittaa lakisääteisiä asioita eri organisaatioille ja ylläpitää valtiovarainministeriön hallinnoimaa lomake.fi palvelua. ECollect puolestaan on puolestaan ratkaisu laajoista massoista suoritettavaan tiedonkeruuseen.

5.4. E-learning

Henkilöstön koulutuksen merkitys yrityksille ja yhteisöille on kasvanut tietotalouden aikakaudella. Koulutus on alettu nähdä investointina, joka viime kädessä parantaa asiakastytyväisyyttä. Koska työntekijöiden tiedot ja taidot vanhenevat entistä nopeammin, organisaatioiden on jatkuvasti pidettävä yllä ja parannettava henkilöstönsä osaamista. Tiedon välityksen ja koulutuksen on myös sovelluttava kansainvälistyvien organisaatioiden ajasta ja paikasta riippumattomiin tarpeisiin. Tähän kasvavaan kysyntään verkko-opiskelu (e-oppiminen, e-learning) on tehokas, edullinen ja joustava ratkaisu. Verkko-oppimisella tarkoitetaan opiskelua ja opetusta verkkopohjaisessa opiskeluympäristössä: Internetissä tai intranetissä. Monet organisaatiot käyttävät verkko-opetusta perinteisen opetuksen rinnalla jolloin molemmat opetusmenetelmät tukevat toisiaan. Oppimisesta halutaan tehdä myös entistä mielekkäämpää ja vuorovaikutteisempää. Tällä tähdätään siihen, että työntekijät näkisivät työelämän muutoksen enemmänkin mahdollisuutena kuin uhkana.

6. Yhteenveto

Sähköinen kaupankäynti mahdollistaa muun muassa suuremmat markkinat ja laajemman asiakaskunnan. Se tuo mukanaan kustannussäästöjä sekä kaiken kaikkiaan tehokkaamman ja joustavamman liiketoiminnan. Tulevaisuudessa sähköinen kaupankäynti lienee arkipäivää lähes alalla kuin alalla. Mielestäni yritys on jäänyt ajastaan jälkeen, mikäli ei ole vielä toimintaansa laajentanut sähköisen kaupan pariin. Alalla on useita pioneerityötä tehneitä yrityksiä jotka ovat lähteneet tyhjästä liikkeelle. Tyypillistä näille "tuhkimotarinoille" on ollut uuden idean keksiminen ja sen rohkea toteuttaminen. Ala on vielä nuori ja se tulee edelleen kasvamaan rajusti. Uusille ideoille on vielä runsaasti tilaa. Tällä hetkellä suurimpana haasteena lienee turvallisuuden ja luottamuksellisuuden luominen. Erityisesti B2C-alalla kuluttajat kokevat maksutapahtuman vaikeaksi ja epäluotettavaksi. Nähtäväksi jää mihin ala vielä kehittyykään.

Viiteluettelo

- [Kauhanen, 2003] Pekka Kauhanen, *Verkkokaupasta tuli miljardibisnes*. Kauppalehti, 10.11.2003
- [Järvelä, Tinnilä, 2000] Järvelä, Pirjo ja Tinnilä, Markku, *Elektronisesta kaupasta eLiiketoimintaan*. <http://www.tekes.fi/julkaisut/eKauppa.pdf>, 2000
- [eBay, 2005] eBayn kotisivut. <http://www.ebay.com> (24.2.2005)
- [Cisco, 2005] Cison kotisivut. <http://www.cisco.com/global/FI/> (23.2.2005)
- [Elma, 2005] Elman kotisivut <http://www.elma.net/fi/tuotteet/egovernment/index.html> (24.5.2005)
- [Amazon, 2005] Amazonin kotisivut. <http://www.amazon.com> (23.5.2005)
- [Jansson et al., 2001] Kim Jansson, Iris Karvonen, Veli-pekka Mattila, Juha Nurmilaakso, Martin Ollus, Iiro Salkari, Jyrki Ali-Yrkkö ja Pekka Ylä-Anttila. Uuden tietotekniikan vaikutukset liiketoimintaan. *Tekesin Teknologiakatsaus 111/2001*, 2001
- [Beynon-Davies, 2004] Paul Beynon-Davies, *E-Business*, Palgrave, 2004

Pikaviestimet journalistisessa tiedonhankinnassa

Anni Jakobsson

Tiivistelmä

Käsittelen tässä tutkielmassa pikaviestinten käyttöä journalistisessa tiedonhankinnassa. Journalistisista tiedonhankintakeinoista painotan erityisesti haastattelua. Aihetta on toistaiseksi tutkittu suhteellisen vähän.

Ihmisten välinen kommunikaatio tietokoneiden ja erityisesti pikaviestinten avulla lisääntyy koko ajan. Myös journalistinen työ siirtyy koko ajan enemmän tietotekniikan pariin. Pikaviestinten avulla tehtävä haastattelu on yksi potentiaalinen ja vielä vähän käytetty haastattelun muoto. Pikaviestinhaastattelu muuttaa haastattelutilannetta. Tietoverkkojen kautta tehtävä haastattelu säästää muun muassa aikaa ja rahaa.

1. Johdanto

Tämä tutkielma liittyy monen eri tieteenalan kenttään: aihe liittyy tietojenkäsittelytieteiden, vuorovaikutteisen teknologian ja tiedotusopin piiriin.

Tarkastelen tutkielmassani pikaviestinten soveltuvuutta journalistiseen tiedonhankintaan. Määrittelen pikaviestimen ja luonnehdin sen yleisiä käyttötapoja. Käyn läpi journalistista tiedonhankintaa. Painotan erityisesti haastattelun osuutta. Tutkin, kuinka pikaviestimen avulla tehty haastattelu muuttaa haastattelutilannetta. Lopuksi yhdistän kaksi asiaa: pikaviestimet ja haastattelun. Käyn läpi pikaviestinhaastattelun hyviä ja huonoja puolia. Aivan lopuksi teen päätelmät tutkimuksestani.

Tämän tutkielman tarkoitus on kartoittaa aiheisiin liittyviä lähteitä, ja luoda niistä monipuolinen kokonaisuus. Aihetta ei ole tutkittu vielä paljoakaan, joten tämän tutkielman pohjalta voi lähteä tarkastelemaan asiaa eteenpäin. Aihe on tärkeä, koska toimitustyö siirtyy koko ajan enemmän tietokoneiden avustuksella tehtäväksi työksi. Myös ihmiset viestivät toistensa kanssa tietoverkkojen avulla yhä enemmän. Pikaviestinten avulla tehtävä haastattelu on potentiaalinen uusi haastattelun muoto.

2. Pikaviestimet

Pikaviestimet (engl. instant messenger, IM) ovat olleet käytössä vasta alle kymmenen vuotta, mutta niiden käyttö yleistyy koko ajan. Ensimmäisiä pikaviestinsovelluksia olivat

AOL Instant Messenger ja ICQ (I Seek You), jotka saivat suosiota internetin käyttäjien keskuudessa vuonna 1996 [ICQ, 2005].

Pikaviestinsovellukset ovat kehittyneet IRC-sovellusten (Internet Relay Chat) pohjalta. Miljoonat ihmiset ympäri maailmaa käyttävät pikaviestimiä päivittäin erilaisiin tarkoituksiin. Pikaviestimen avulla voi välittää muun muassa tekstiä, ääntä ja videokuvaa. Myös tiedostojen lähettäminen on mahdollista.

2.1. Pikaviestimen määrittely

Pikaviestin on tietokonesovellus, jonka avulla ihmiset voivat viestiä reaaliaikaisesti verkon välityksellä. Pikaviestin keskusteluun tarvitaan yhteys internetiin sekä pikaviestinohjelma. Suosittuja pikaviestinohjelmia ovat muun muassa .NET Messenger Service (MSN Messenger), ICQ (I Seek You), AOL Instant Messenger ja Yahoo! Messenger [IRRODL, 2005].

Useimmat pikaviestimet toimivat siten, että käyttäjä lisää haluamansa henkilön ohjelman yhteystietolistaan (engl. buddy list) jonkin tunnusteen, esimerkiksi sähköpostiosoitteen avulla. Tämän jälkeen henkilö näkyy listauksessa, jossa ovat kaikki käyttäjän lisäämät henkilöt kuvan 1 tavoin.



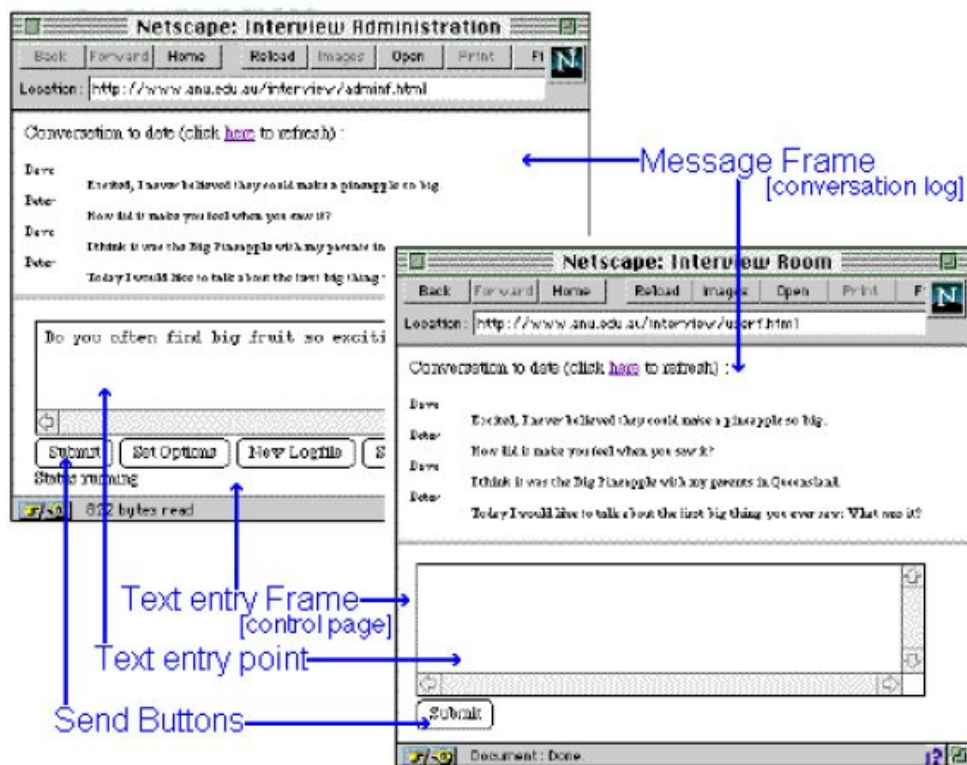
Kuva 1. Yhteystietolista eli buddy-list ja käyttäjän erilaisia läsnäolotiloja MSN Messenger -ohjelmassa.

Listassa näkyy myös henkilön läsnäolon tila, eli onko henkilö paikalla, poissa, varattu tai muuta vastaavaa. Kun listassa oleva käyttäjä kirjautuu järjestelmään sisään, muuttuu hänen statusensa online-tilaan. Useissa ohjelmissa läsnäoloa symboloi vihreä käyttäjätunnus tai ikoni. Ikoniin liittyy usein myös tekstuaalinen kuvaus käyttäjän tilasta. Käyttäjä voi vaihtaa omaa tilaansa tavoitettavuuden mukaan. Eri pikaviestinohjelmissa on mahdollista valita erilaisia läsnäolon tiloja, kuten esimerkiksi taulukossa 1 olevat MSN Messenger -sovelluksen käyttäjän tilat.

Online-tilassa	Tämä kertoo viestien lähettäjiille, että voit vastata pikaviesteihin.
Poissa	Tämä kertoo viestien lähettäjiille, että et voi vastata pikaviesteihin. Voit silti vastaanottaa viestejä. Online-tila muuttuu Poissa-tilaksi, kun et käytä Messengeriä vähään aikaan.
Lounaalla	Tämä kertoo viestien lähettäjiille, että olet poissa noin tunnin. Voit silti vastaanottaa viestejä.
Varattu	Tämä mahdollistaa viestien vastaanottamisen ilman näyttöön tulevia ilmoituksia tai äänimerkkejä. Valitse tämä tila, kun olet kokouksessa!
Näkyminen muille offline-tilana	Tämä poistaa MSN Messengerin käytöstä, jolloin et voi lähettää eikä vastaanottaa viestejä.
Palaa hetken kuluttua	Tämä kertoo viestien lähettäjiille, että olet poissa hetken. Voit silti vastaanottaa viestejä.
Puhelimessa	Tämä kertoo viestien lähettäjiille, että olet puhelimessa ja että et ehkä voi vasta viesteihin heti. Voit silti vastaanottaa viestejä.

Taulukko 1. MSN Messenger -sovelluksen mahdolliset käyttäjän tilat eli statukset [MSN, 2005].

Keskustelu aloitetaan kaksoisklikkaamalla henkilön nimeä, jolloin ohjelmaan aukeaa uusi ikkuna, keskusteluikkuna. Pikaviestin keskustelut ovat usein kahdenkeskeisiä, mutta niihin voi liittyä useampiakin käyttäjiä. Keskustelun osapuolet kirjoittavat tekstiä tekstinsyöttökenttään. Useimmissa sovelluksissa teksti lähetetään toiselle osapuolelle klikkaamalla hiirellä lähetä-nappia, tai painamalla enter-näppäintä tai jotakin näppäinyhdistelmää. Kuvassa 2 on esimerkki keskustelun eri osapuolten näytöistä.



Kuva 2. Esimerkki pikaviestinkeskustelun kahden eri osapuolen näkymistä [Chen and Hilton, 1999].

Keskustelun osapuolet näkevät toistensa kirjoittamat tekstit heti, eli keskustelu on reaaliaikaista. Myös pikaviestimen nimi (engl. instant messaging) viittaa reaaliaikaisuuteen. Moneen pikaviestinsovellukseen on lisätty ominaisuus, jonka avulla toinen käyttäjä näkee toisen käyttäjän näppäimistön painallukset jo ennen kuin viesti lähetetään viesti-ikkunaan. Varsinaista tekstiä ei näe, mutta vilkkuva indikaattori ilmaisee, että keskustelun toinen osapuoli käyttää näppäimistöä. Englanninkielinen termi tälle on awareness eli tietoisuus toisen käyttäjän tilasta. Myös käyttäjän tilasta kertovat ikonit ja tekstit toimivat käyttäjän läsnäolovihjeinä.

Pikaviestinsovelluksille ei ole kehittynyt yhteistä teknistä protokollaa erinäisistä yrityksistä huolimatta. Jokainen sovellus käyttää omaa protokollansa. Tämä on johtanut siihen, että käyttäjillä on usein päällä useita pikaviestinsovelluksia, jotka yhdistävät eri verkkoihin. Protokollaongelman vuoksi on myös kehitetty sovelluksia, joiden avulla käyttäjä voi hallita erilaisia pikaviestinsovelluksia yhden käyttöliittymän avulla. Tällaisia ohjelmia ovat muun muassa Trillian, Gaim [Harth et al., 2004], Miranda IM ja Fire.

2.2. Pikaviestinten luonne ja käyttötavat

Pikaviestimiä käytetään mitä erilaisimmissa ympäristöissä: työpaikoilla, kotona ja kouluissa. Pikaviestimillä tavoitetaan niin työkavereita, ystäviä kuin perheenjäseniäkin – käyttötavat ulottuvat huvista hyötyyn.

Pikaviestinten avulla käytävä keskustelu on reaaliaikaista, nopeaa ja normaalin keskustelun kaltaista. Keskustelut ovat luonteeltaan opportunistisia, usein suhteellisen lyhyitä, kontekstiltaan rikkaita ja kaksisuuntaisia [Nardi et al., 2000].

Pikaviestinkeskustelussa käytetyssä kielessä yhdistyy monia kirjoitetun ja puhutun kielen muotoja. Kieli ei täytä selkeästi puhutun kielen syntaksia, eikä se täytä formaalin kirjoitetunkaan kielen muotoa [Voیدا et al., 2002].

Pikaviestimiä käytetään lähinnä epämuodolliseen keskusteluun ja lyhyiden viestien vaihtoon [Nardi et al., 2000]. Pikaviestimiä käytetään usein sellaisten ihmisten kanssa, jotka tuntevat toisensa jo ennestään. Mikään ei kuitenkaan estä ihmisiä käyttämästä pikaviestimiä myös muodollisemmassa tilanteessa, kuten esimerkiksi haastattelussa.

Pikaviestinkeskustelut pohjautuvat pääosin tekstin välitykseen. Tekstin välitykseen perustuvalla kommunikaatiolla muodostuu eloisa sosiaalinen ympäristö. Sosiaalisen ympäristön muotoutumiseen vaikuttaa muun muassa se, että pikaviestinten avulla voidaan välittää myös tunteita [Nardi et al., 2000] esimerkiksi erilaisten hymiöiden avulla.

Vaikka pikaviestinkeskustelussa ei ollakaan fyysisesti missään tietyssä ympäristössä, esimerkiksi kahvilassa, voi keskustelun osapuolille syntyä ajatus yhteisestä tilasta ja ajasta. Spontaanit kielenkäyttötilanteet voivat luoda keskustelijoille tunteen yhteisestä paikasta ja ajasta. Pikaviestinkeskustelu on elävä ja kehittyvä tilanne, jossa keskustelun osapuolet ovat aktiivisesti mukana.

Keskustelun reaaliaikaisuus tekee vuorovaikutuksesta spontaania, mutta se ei ole kuitenkaan niin spontaania kuin kasvokkain keskusteltaessa. Keskustelun osapuolet ehtivät miettiä enemmän sanomisiaan silloin, kun tiedon välitys perustuu kirjoitettuun kieleen. Puhuessaan ihminen ei välttämättä mieti jokaista sanomaansa lausetta aivan loppuun asti. Kirjoittaessaan ihmisellä on enemmän aikaa miettiä sanomisiaan [Chen and Hilton, 1999]. Tästä johtuen keskustelun luonne on enemmän järjestäytyneitä ja etenee vaiheittain toisin kuin kasvokkain keskusteltaessa [Chen and Hilton, 1999].

2.3. Laajennukset

Pikaviestimiin on kehitetty paljon uusia ominaisuuksia tekstin välityksen lisäksi. Nykyään monissa eri pikaviestinsovelluksissa on mahdollisuus lisätä käyttäjän valitsema kuva osaksi keskusteluikkunaa. Myös liikkuvaa kuvaa on mahdollista välittää web-kameran avulla. Keskusteluihin voi myös saada mukaan äänen. Keskusteluja voidaan käydä puhumalla mikrofoniiin samaan tapaan kuin puhelimeen puhuttaessa. Jos käyttäjän on mahdollista käyttää mikrofontia ja web-kameraa, on pikaviestin silloin kuin tietokoneen

avulla toimiva näköpuhelin. Keskustelun osapuolet voivat lähettää toisilleen erilaisia tiedostoja, kuten kuvia tai ääntä – jopa suuria tiedostoja kuten elokuvia. Käyttäjät voivat myös pelata erilaisia pelejä keskenään.

Pikaviestinsovelluksia laajennetaan muun muassa kännyköihin ja PDA-laitteisiin sopiviksi, jolloin keskustelu ei ole sidottu tietokoneen ääreen. Joitakin sovelluksia voi myös käyttää www-selaimen kautta.

Pikaviestinsovellusten erilaiset laajennukset mahdollistavat eri modaliteetteihin perustuvan informaation välityksen. Alun perin pikaviestimet ovat pohjautuneet tekstivälitteiseen kommunikaatioon. Muut modaliteetit tarjoavat mielenkiintoisia mahdollisuuksia pikaviestinhaastatteluun, mutta tämän tutkielman rajoissa tarkastelen pääasiassa tekstivälitteistä pikaviestinhaastattelua. Sivuan myös muita modaliteetteja, mutta pääpaino on tekstivälitteisessä kommunikaatiossa.

3. Journalistinen tiedonhankinta

Journalistisessa tiedonhankinnassa pyritään keräämään tietoa ympäröivästä maailmasta. ”Sananvapaus on demokraattisen yhteiskunnan perusta. Hyvä journalistinen tapa perustuu jokaisen oikeuteen vastaanottaa tietoja ja mielipiteitä” [Journalistin ohjeet, 2005].

Journalistin on pyrittävä mahdollisimman objektiiviseen ja totuudenmukaiseen tiedonvälitykseen. ”1. Journalisti on vastuussa ennen kaikkea lukijoilleen, kuulijoilleen ja katselijoilleen. Heillä on oikeus saada tietää, mitä yhteiskunnassa tapahtuu” [Journalistin ohjeet, 2005].

3.1. Havainnointi ja dokumentit

Journalistisessa työprosessissa tietoa voi kerätä monella tavalla. Yksi tapa on havainnoida maailmaa ja tapahtumia eri aistien avulla, toinen tapa on kerätä tietoa erilaisista dokumenteista. Tässä tutkielmassa keskityn ennen kaikkea journalistiseen haastatteluun. Haastattelu on keskeisin journalistisen tiedonhankinnan menetelmä [Koikkalainen, 2005].

3.2. Haastattelu

Haastattelu voidaan käsittää joko tiedonhankintamenetelmänä tai journalistisena juttutyypinä. Käsittelen haastattelua tutkielmassani tiedonhankintamenetelmänä. ”Haastattelussa on kyse siitä, että toimittaja haluaa saada haastateltavalta juttuaan varten tietoja, jotka voivat luonteeltaan olla faktoja, tulkintaa, mielipiteitä” [Miettinen, 1984].

Heikki Kuutti korostaa haastatteluun liittyvää suoraa kielellistä vuorovaikutusta: ”Haastattelu on tiedonkeruumenetelmä, jossa ollaan suorassa kielellisessä vuorovaikutuksessa tutkittavan kanssa. Siinä voidaan säädellä aineiston keruuta joustavasti tilanteen edellyttämällä tavalla ja vastaajia myötäillen. Haastatteluaiheiden

järjestystä on mahdollista säädellä, ja vastausten tulkintamahdollisuudet ovat suuremmat kuin kyselyissä.” [Kuutti, 2002]

Joissakin tilanteissa haastattelu voi olla ainoa käytettävissä oleva tiedonhankinnan keino (esim. neuvotteluiden uusimmat käänneet). Haastattelun päämääränä voi olla tiedonhankinta ja tiedon julkistaminen, henkilön näkemykset tai kaupalliset päämäärät (laajalti kiinnostava haastateltava) [Koikkalainen, 2005].

Haastattelulla voi olla erilaisia muotoja, ja haastatteluja voidaan käyttää erilaisissa medioissa. Haastattelu voi olla asia-, henkilö-, ristiriita- (erilaiset näkökulmat), tunnelma- (tunteet ja kokemukset) tai viihdehaastattelu (rupattelu) [Juholin ja Kuutti, 2003].

Tyypillinen haastattelu on kahden henkilön välinen kommunikaatiotilanne. Toimittajan ja haastateltavan kohtaaminen on tilanteena luonnostaan psykologisesti sähköinen [Juholin ja Kuutti, 2003]. Haastattelu voi tapahtua henkilökohtaisesti kasvokkain, mutta myös muita haastattelun keinoja on olemassa. Kasvokkain tapahtuva haastattelu on paitsi keskustelua myös non-verbaalia viestintää. Viestin välitykseen vaikuttavat myös muun muassa eleet ja puheen painotus, kasvojen ilmeet, pukeutumistyyli sekä ympäristö, jossa viestintä tapahtuu [Chen and Hilton, 1999; Voida et al., 2004].

Haastattelijalla on tavallisesti tehnyt taustatyötä, ja miettinyt valmiiksi haastattelun rungon. Haastattelu voi sisältää avoimia ja suljettuja kysymyksiä. Haastattelijalla ohjaa haastattelua kysymysten valinnalla. Kasvokkain tapahtuvassa haastattelussa haastattelijalla voi myös antaa vinkkejä haastateltavalle siitä, mihin suuntaan haastattelun pitäisi mennä. Tämä voi tapahtua muun muassa katsekontaktin avulla. Haastattelussa haastateltava on usein enemmän äänessä kuin haastattelijalla: haastattelijalla tekee muistiinpanoja ja esittää sopivia jatkokysymyksiä. Haastattelun kulku on haastattelijan käsissä.

3.3. Erilaiset haastattelutavat

Haastatteluja voi tehdä paitsi henkilökohtaisesti kasvotusten, myös puhelimitse, kirjeitse tai sähköpostitse [Koikkalainen, 2005].

Sähköpostitse tapahtuvat haastattelut ovat yleistyneet journalistien parissa [Chen and Hilton, 1999]. Niissä ei kuitenkaan synny samanlaista reaaliaikaista tilannetta kuin pikaviestinkeskusteluissa ja ne ovat myös hitaampia. Jos pyritään keskustelunomaiseen ympäristöön ja reaaliaikaiseen tiedonhankintaan, on pikaviestinhaastattelu varteenotettava vaihtoehto.

4. Pikaviestimet haastattelussa

Haastattelu on eräs tiedonhankinnan laji eli genre. Nykyisten genretutkimusten mukaan käytetty media vaikuttaa genren muotoon. Pikaviestinten käyttö haastattelussa vaikuttaa siten haastattelun genreen. Uusi mediamuoto voi myös saada aikaan genren evoluutiota.

Pikaviestimen avulla tehty haastattelu vaikuttaa haastattelun luonteeseen [Voidea et al., 2004]. Seuraavassa on lueteltu pikaviestinten avulla tehtävän haastattelun hyviä ja huonoja puolia.

4.1. Pikaviestinhaastattelun hyviä puolia

Pikaviestinhaastattelu voidaan toteuttaa milloin ja missä tahansa. Haastattelijan ei tarvitse matkustaa mihinkään haastattelun vuoksi, ja esimerkiksi toisella puolella maailmaa oleva haastateltava on tavoitettavissa hetkessä [Voidea et al., 2004]. Tämä säästää aikaa ja rahaa. Paikan päälle matkustaminen ei ole aina mahdollista, tai haastateltava on sellaisessa paikassa, johon haastateltavalla ei ole asiaa.

Pikaviestinhaastattelu mahdollistaa myös sellaiset haastattelut, jotka eivät olisi mahdollisia perinteisin haastattelun keinoin. Tällaisia ovat esimerkiksi kokonaan anonyymit haastattelut siten, että haastattelija ei tiedä lainkaan haastateltavan taustoja. Anonyymit lähteet ovat kriittisen journalismin kivijalka. Ilman niitä vallankäyttöä arvioiva tiedonvälitys olisi olemattomampaa [Juholin ja Kuutti, 2003].

Esimerkiksi vankilassa olevaa henkilöä voisi haastatella anonyymisti. Tällainen haastattelun muoto on verrattavissa esimerkiksi erilaisilta internetin keskustelupalstoilta kerättyihin siteerauksiin: ihmiset kirjoittavat palstoille usein pelkillä nimimerkillä, ja toimittaja voi siteerata jutussaan näitä kirjoituksia. Anonyymien pikaviestinhaastattelun etuna on se, että toimittaja voi kysyä haastateltavalta haluamiansa tietoja reaaliaikaisessa vuorovaikutuksessa. Toki toimittaja voi tiedustella asioita myös keskustelupalstoilla, mutta pikaviestinhaastattelun etuna on sen nopeus.

Anonymiteetin on kohdistuttava henkilöön, joka tietää jostakin sellaisesta itselleen ulkopuolisesta asiasta, josta hänen ei kuitenkaan tarvitse olla mediajulkisuudessa tilivelvollinen [Juholin ja Kuutti, 2003].

Pikaviestimet mahdollistavat myös kulttuurienväliset haastattelut. Pikaviestinten avulla voi olla mahdollista löytää sellaisia haastateltavia, joita ei muuten tulisi haastateltua. Esimerkiksi erilaisten uutisryhmien tai keskustelupalstojen kautta voi löytää helposti jonkin asian harrastajia haastateltavaksi hyvinkin nopeasti. Myös ryhmähaastattelut ovat mahdollisia pikaviestinsovellusten avulla.

Monipuoliset haastateltavat tuovat esille erilaisia näkökulmia. Erilaiset näkemykset lisäävät jutun objektiivisuutta, johon journalisti pyrkii työssään.

Pikaviestinhaastattelussa haastattelijan ei tarvitse maksaa mahdollisia haastattelutilan maksuja, eikä maksaa haastateltavalle mahdollisesti kustannettavia ruokia ja juomia [Chen and Hilton, 1999].

4.2. Lokitiedostot

Pikaviestinkeskustelut voi halutessaan tallentaa nk. lokitiedostoon myöhempää käsittelyä ja lukemista varten. Tästä ominaisuudesta on suurta hyötyä journalistisessa tiedonhankintaprosessissa, joka on usein kiireinen. Lokitiedostojen avulla vältytään litteroinnilta, joka on aikaa vievä prosessi [Voidsa et al., 2004]. Pikaviestinhaastattelussa litterointi syntyy itsestään, ja haastateltavien repliikkejä voi nostaa pikaviestinhaastattelusta suoraan repliikeiksi esimerkiksi leikkaa-liimaa-periaatteella.

Lokitiedostoista on myös se etu, että haastattelija voi palata takaisin haastateltavan repliikkeihin ja nähdä kirjaimellisesti, mitä haastateltava on sanonut [Voidsa et al., 2004]. Muun muassa erilaiset numerotiedot on helppo tarkastaa.

Haastattelulokista on apua myös haastateltavalle. Haastattelun lopuksi haastattelija saattaa kysyä, jäikö jotain kysymättä. Tällöin haastateltavan on helppoa palata takaisin haastatteluun, ja nähdä mitä aiheita on käsitelty [Voidsa et al., 2004]. Esimerkiksi kasvokkain tehtävässä haastattelussa tällaiseen kysymykseen vastaaminen perustuu ainoastaan muistinvaraiseen tietoon. Pikaviestin toimii tässä tapauksessa muistin tukena ja virkistäjänä.

Lokitiedostoista on hyötyä myös tekstien käänöksissä. Lokitiedoston voi kääntää kieleltä toiselle suoraan erilaisten sovellusten avulla [IRRODL, 2005]. Automaattiset käännökset säästävät paljon aikaa.

Lokitiedostoista voi olla apua, jos haastattelua käydään läpi jälkikäteen erilaisilla automaattisilla datankäsittelyohjelmilla [Chen and Hilton, 1999].

Haastattelija ei tarvitse erillisiä nauhureita, koska haastattelu kirjautuu suoraan lokitiedostoon. Näin vältytään mahdolliselta taustahälyltä ja haastattelu kirjautuu tiedostoon suoraan sellaisena kuin se on käyty.

4.3. Pikaviestimissä käytetty kieli

Haastateltavan repliikkejä saatetaan käyttää jutussa muokkaamatta, jos jutussa halutaan säilyttää haastateltavan puhetapa. Haastateltava ei kuitenkaan välttämättä käytä pikaviestimessä samanlaista kieltä kuin puheessaan. Pikaviestimissä käytetyssä kielessä on puhutun ja kirjoitetun kielen piirteitä [Voidsa et al., 2002]. Puhutun kielen nyanssit eivät välity pikaviestinkeskustelussa samalla tavalla kuin puhutussa kielessä [Chen and Hilton, 1999].

Myös pikaviestinkeskustelujen epämuodollinen tyyli tuo tekstiin mukaan puhutun kielen tyyliä. Pikaviestimissä käytetty kieli ei useinkaan noudata kirjoitetun kielen kielioppisääntöjä. Tämä voi johtua osittain siitä, että pikaviestimiä käytetään usein sellaisten ihmisten kanssa, jotka tuntevat toisensa jo ennestään [Nardi et al., 2000]. Tästä voi myös syntyä jännitteitä haastattelutilanteeseen: haastateltava saattaa ajatella antavansa itsestään huonon kuvan, jos ei noudata kielioppisääntöjä [Voidsa et al., 2002]. Sääntöjen

laiminlyöminen on kuitenkin osa pikaviestinkeskustelujen luonnetta, eikä sitä tulisi pelätä. Lisää jännitettä voi saada aikaan se, että haastattelija on usein kielen ammattilainen.

Muodollisemmassa haastattelussa toisilleen mahdollisesti ennestään tuntemattomat henkilöt saattavat käyttää huolitellumpaa kieltä, jolloin myöskään haastateltavan puhetapa ei välity samalla tavalla kuin epämuodollisemmissa pikaviestinkeskusteluissa. Ongelmia voi syntyä myös siitä, jos haastattelun osapuolille on epäselvää, kuinka muodollisesti haastattelu tulisi käydä [Voidsa et al., 2002].

Toimittajan pitää ottaa huomioon, että pikaviestimissä käytetty kieli on eräänlainen puhutun ja kirjoitetun kielen välimuoto: se ei representoi yksinomaan pelkkää puhuttua tai kirjoitettua kieltä. Tämä on hyvä ottaa huomioon muun muassa mietittäessä, kuinka haastateltavaa siteerataan: puheenomaisuus ei välttämättä välity pikaviestinhaastattelun kautta. Toimittaja saa muokata haastateltavan sanomisia. Median velvollisuuksiin kuuluu tarkkuus siteeraamisessa siten, että asiasisältö ei muutu [Juholin ja Kuutti, 2003].

Niin kauan kuin pikaviestinten avulla välitetään tietoa lähinnä kirjoitettuna, ei voida puhua ihmisen puhutavan tulkitsemisesta, vaikkakin pikaviestinkeskusteluissa yhdistyy sekä puhutun että kirjoitetun kielen piirteitä. Pikaviestinten laajennukset äänen- ja kuvan välitysmahdollisuuksineen luovat haastattelu ympäristön, jonka avulla haastattelutilannetta voi havainnoida eri aistein, eikä kaikki informaatio perustu pelkän tekstin välitykseen.

4.4. Pikaviestinhaastattelun luonne

Pikaviestinkeskusteluille on tyypillistä, että käyttäjät voivat osallistua samanaikaisesti moneen eri pikaviestinkeskusteluun [Voidsa et al., 2004] tai tehdä samaan aikaan monia eri asioita (engl. multitasking). Jos kyseessä on haastattelu, tämä voi olla ongelmallista, sillä haastatteluun osallistuminen vaatii yleensä keskittymistä sekä haastateltavalta että haastattelijalta.

Haastattelulle voi myös olla ongelmallista, jos jompikumpi osapuoli lopettaa haastattelun varoittamatta, tai on pitkiä aikoja sanomatta mitään [Voidsa et al., 2004; Chen and Hilton, 1999]. Fyysisen läsnäolon puute voi tehdä haastattelusta arvaamattoman. Kasvokkain tapahtuvassa haastattelussa tällaisia tilanteita ei pääse syntymään niin helposti.

Muista samanaikaisista pikaviestinkeskusteluista voi olla myös hyötyä. Voidsa et al. raportoivat tapauksesta, jossa haastateltava pystyi tarkastamaan faktoja haastattelun aikana eräältä toiselta henkilöltä saman pikaviestisovelluksen avulla [2004].

Myös haastattelijalle voi olla apua siitä, että esimerkiksi internetiin on pääsy koko ajan haastattelun aikana. Mahdollisia jatkokysymyksiä voi olla helpompaa miettiä ja muokata relevanteiksi haastateltavan vastausten mukaan. Kysymyksiä voi muokata erillisessä tekstieditori-ikkunassa, josta ne on helppo kopioida keskusteluikkunaan [Voidsa

et al., 2004]. Haastattelija voi käyttää haastattelun aikana apunaan myös erilaisia kysymystietokantoja (engl. question pools, question databases) [Chen and Hilton, 1999]. Haastattelija voi tehdä näitä asioita sillä aikaa kun haastateltava kirjoittaa vastauksiaan.

Haastattelulle on tyypillistä, että haastateltava on vuorovaikutuksen aktiivisempi osapuoli. Haastattelijalle voi tuntea olonsa pitkästyneeksi, jos vastauksia joutuu odottamaan pitkään. Vastaavasti haastateltavalle voi tulla ajatus siitä, että haastateltava ei ole ollenkaan paikalla [Voida et al., 2004]. Näppäimistön painalluksesta toiselle käyttäjälle välkkyvä indikaattori voi lisätä toisen käyttäjän tietoisuutta toisesta. Myös muunlaisia tietoisuutta lisääviä läsnäolo-ominaisuuksia on lisätty pikaviestinsovelluksiin. Esimerkiksi käyttäjän tilaa ilmaiseva värillinen ikoni ja siihen liitetty teksti kertoo muille käyttäjille henkilön läsnäolon tilasta, kuten kuvasta 1 ilmenee.

Haastateltavalle voi myös tulla olo, että hänen pitäisi vastata kysymyksiin mahdollisimman nopeasti. Pikaviestinhaastattelut ovat tyypillisesti pitkiä ja myös fyysisesti ja psyykkisesti vaativia tilanteita. Samanaikainen kirjoittaminen, monitorin tarkkailu ja lukeminen vaatii haastattelijalta ja haastateltavalta paljon [Chen and Hilton, 1999].

4.5. Pikaviestinhaastattelun uudenlainen ympäristö

Pikaviestinsovellusten haastattelu-ympäristö on erilainen kuin esimerkiksi kasvokkain tehtävässä haastattelussa. Haastattelu-ympäristön uutuus voi olla haastavaa niin haastattelijalle kuin haastateltavallekin. Haastattelutilanteessa pitää varmistua siitä, että pikaviestimen käyttö on tuttua kummallekin osapuolelle [Chen and Hilton, 1999]. Uuteen haastattelu-ympäristöön totuttautuminen kestää aikansa. Normit pikaviestinten käyttöön syntyvät ajan mittaan miljoonissa pikaviestin keskusteluissa [Voida et al., 2002].

Haastattelutilanne ei ole niin intensiivinen kuin kasvokkain käytävässä keskustelussa. Non-verbaalin viestinnän puuttuminen saattaa vaikeuttaa joidenkin viestien ymmärrettävyyttä [Voida et al., 2004].

Myös pikaviestinten tyypillinen käyttö epäformaaleissa tilanteissa voi vaikuttaa siihen, ettei haastateltava pidä tilannetta haastatteluna.

”During our conversation I was sharing information freely with you, as if I was talking to a colleague, but not as if talking to an interviewer. The information I had shared with you was going to be public contrary to my expectations” [Voida et al., 2004].

Jotta tällaisilta tilanteilta vältyttäisiin, olisi haastattelijan hyvä tehdä selväksi, että haastattelu kirjautuu lokitiedostoon [Chen and Hilton, 1999]. Haastateltavan oikeuksiin kuuluu, että haastateltava tunnistaa toimittajan ja sen, että hän on tekemässä haastattelua. Haastateltavan oikeuksiin kuuluu myös jutun tekoaikeiden taustat: onko haastattelun tarkoituksena olla taustatietoa vai siteerataanko haastateltavaa suoraan. Haastateltavalla on oikeus tietää roolinsa jutussa. Jutun lopullinen muoto voi kuitenkin olla

haastatteluvaiheessa arvoitus vielä juttua tekeväälle toimittajallekin. [Juholin ja Kuutti, 2003] Asia käy myös ilmi seuraavasta Journalistin ohjeiden 16. kohdasta:

”16. Haastateltavalla on oikeus saada ennakolta tietää, millaisessa asiayhteydessä hänen lausumaansa käytetään. Hänelle on myös kerrottava, jos haastattelua voidaan käyttää useammassa välineissä. Haastateltavan tulee aina saada tietää, onko keskustelu tarkoitettu julkaistavaksi vai ainoastaan tausta-aineistoksi” [Journalistin ohjeet, 2005].

Toimittajalla on kuitenkin oikeus tallentaa tekemänsä haastattelut tarvittaessa haastateltavan tietämättä. Varsinaista lupaa tallentamiselle ei tarvita [Juholin ja Kuutti, 2003]. Pikaviestinhaastattelussa olisi hyvä mainita, että haastattelu kirjautuu lokitiedostoon. Aina kun haastateltava puhuu toimittajalle, kannattaa hänen olettaa olevansa siteerauksen kohteena [Juholin ja Kuutti, 2003].

Pikaviestinsovelluksia on myös mahdollista räätälöidä haastateltavalle sopivaksi esimerkiksi haastateltavan kulttuurin tai iän mukaan (lapset, vanhukset). Keskusteluikkunan ympäristöstä voidaan luoda haastateltavalle suotuisa ja mukava ympäristö [Chen and Hilton, 1999]. Pikaviestinsovellus voisi olla esimerkiksi virtuaalikalvona, leikkihuone tai muu vastaava virtuaalinen ympäristö. Pikaviestinsovelluksesta voisi tehdä muun muassa sellaisen, että se mahdollistaisi lasten haastattelun verkon välityksellä. Tähän voisi käyttää multimodaalisia pikaviestinsovelluksia, tai muokata pikaviestinsovellusta sellaiseksi, että lasten haastattelu olisi mahdollista sovelluksen avulla. Ympäristön voisi muokata keskustelun eri osapuolille mielenkiintoiseksi ja innostavaksi, mutta myös käyttäjän eri toimintoja tukevaksi.

4.6. Huomioon otettavia asioita

Ennen pikaviestinhaastattelua pitää ottaa huomioon joitakin seikkoja. Ensinnäkin pitää varmistua siitä, että haastateltavalla on mahdollisuus käyttää tietokonetta ja sopivaa pikaviestinsovellusta. Haastattelijan pitää myös varmistua siitä, että haastateltava hallitsee tietokoneen ja sovelluksen käytön riittävän hyvin [Chen and Hilton, 1999].

Ongelmana voi olla verkkojen luotettavuus ja yksityisyyden suojaaminen. Jos pikaviestinhaastattelussa käsitellään luotettavia asioita, täytyy myös salauksen toimia riittävässä määrin. Ongelmana voivat myös olla lokitiedostot, niiden arkistointi ja tietoturva [Tang and Begole, 2003]. Luottamuksellista tietoa sisältäviin tiedostoihin ei saa päästää ketä tahansa käsiksi. Tietoturvan tasoa tulee voida tarvittaessa nostaa ja datan pitää kulkea sovellusten välillä salattuna, jos olosuhteet vaativat salatun yhteyden käyttämistä. Jos sotkeutuu toiselle henkilölle osoitettuun tietoon, voi syyllistyä viestintäsalaisuuden loukkaukseen [Juholin ja Kuutti, 2003].

Jos havainnointi on olennainen tiedonhankintakeino, ei pikaviestinhaastattelu ole kenties paras mahdollinen haastattelutapa [Chen and Hilton, 1999]. Visuaalista

havainnointia tukevat modaliteetit mahdollistavat kuitenkin havainnoinnin pikaviestinhaastattelussa.

Kaikki ihmiset eivät ole tavoitettavissa tietokoneen tai esimerkiksi kannettavan PDA-laitteen avulla, ja siksi pikaviestinhaastattelu ei välttämättä ole paras mahdollinen haastattelukeino. Kaikki eivät ole myöskään tottuneita käyttämään tietokoneita (mm. vanhukset), jolloin jokin muu haastattelutapa voi olla antoisampi.

Pikaviestinhaastattelun ongelmana voi olla myös osapuolten identiteetit: kuinka keskustelun osapuolet voivat varmistua toistensa identiteeteistä [Chen and Hilton, 1999]? Tämä voi olla suuri ongelma etenkin journalistisessa tiedonhankinnassa. Haastattelijan on joissakin tilanteissa pakko olla varma haastateltavan identiteetistä, ennen kuin haastateltavaa voi siteerata jutussa. Tämä on tärkeää etenkin silloin, kun käsitellään on kiistanalaista tai salaista tietoa. Toimittaja voi antaa lähteelleen lähdesuojan, mutta usein toimittajan on kuitenkin itse tunnettava lähteensä jo jutun totuudellisuuden vuoksi. Toimittajan tulee myös osata olla lähdekriittinen, ja silloin lähteen tunteminen on erityisen tärkeää.

Erilaisia toisen osapuolen läsnäolon tietoisuutta lisääviä ominaisuuksia kuitenkin kehitetään pikaviestinsovelluksiin koko ajan lisää. Myös esimerkiksi digitaalista allekirjoitusta, tai muita henkilön sähköisen tunnistamiseen liittyviä asioita voisi liittää pikaviestinsovelluksiin lisäämään henkilöiden identiteettien luotettavuutta.

4.7. Pikaviestinten tulevaisuus

Pikaviestinhaastattelun ongelmaksi voi nousta sopivan ajan sopiminen sekä käytettävän protokollan ja sovelluksen valinta. Ajan myötä protokolla- ja sovellusongelmat lienevät historiaa, sillä toimitukset voisivat käyttää juuri journalistiseen tiedonhankintaan räätälöityjä sovelluksia. Sovellukseen voisi olla pääsy esimerkiksi toimituksen www-sivujen kautta. Haastateltavan kanssa sovittaisiin aika ja annettaisiin tunnukset järjestelmään haastattelua varten, esimerkiksi hannu_haastateltava@lehti.fi. Eräs mahdollisuus olisi kirjautua johonkin pikaviestinsovellukseen tai toimituksen haastattelujärjestelmään haastattelua varten luoduilla kertakäyttöisillä tunnuksilla.

Tulevaisuudessa pikaviestimet saattavat olla eräänlaisia viestikeskuksia, joiden kautta hoituu kaikki tietokoneen tai muiden, esimerkiksi PDA-laitteiden, välityksellä tapahtuva kommunikaatio. Pikaviestimiin voidaan integroida sähköposti, kalenteri, puhelin ynnä muut tarvittavat sovellukset [Tang and Begole, 2003]. Tämä voi helpottaa myös ihmisten tavoitettavuutta haastatteluja varten, kun tekniikka tulee tutuksi, ja ihmiset ovat tottuneempia käyttämään pikaviestimiä mitä erilaisimmissa tilanteissa. Nardi et al. näkevät myös pikaviestinsovellukset osana matkapuhelimia: osa datasta (esimerkiksi [URL:t](#)) on kätevämpää siirtää tekstimuotoisena datana kuin puhuttuna informaationa [2000].

5. Päätelmät

Tietoverkkojen käyttö lisääntyy koko ajan. Myös toimitustyö eri muotoineen siirtyy yhä enemmän digitaaliseksi, tietokoneiden ja -verkkojen pariin.

Sähköpostihaastattelut ovat jo arkipäivää toimittajan työssä. Reaaliaikaiset pikaviestinhaastattelut tulevat yleistymään sitä mukaa kuin tekniikka kehittyy ja ihmisiä siirtyy yhä enemmän viestimään toistensa kanssa erilaisten tietoteknisten sovellusten avulla. Haastattelun digitaalisuus mahdollistaa haastattelun käytön eri medioissa. Samaa haastattelua voidaan hyödyntää eri medioissa, koska haastattelu on digitaalisessa muodossa. Se mahdollistaa nopean ja vaivattoman tiedonsiirron, ja haastattelun monikäyttöisyyden.

Pikaviestimet eivät nyky muodossaan kenties tarjoa parhainta mahdollista haastattelu ympäristöä journalistiseen tiedonhankintaan, mutta sovelluksia voisi kehittää juuri tähän tarkoitukseen räätälöidyiksi.

Jo nyt on nähtävissä paljon etuja joita pikaviestinhaastattelut tuovat tullessaan. Pikaviestinhaastattelut säästävät muun muassa aikaa ja rahaa. Toistaiseksi pikaviestinhaastattelut eivät ole toimitusten arkipäivää, vaan ne ovat erikoistyökalu joihinkin erikoistapauksiin. Pikaviestinhaastattelujen jokapäiväiseen käyttöön on vielä matkaa. Jos pyritään keskustelunomaiseen ympäristöön ja reaaliaikaiseen tiedonhankintaan, on pikaviestinhaastattelu varteenotettava vaihtoehto.

Tässä tutkielmassa on keskitytty etenkin tekstivälitteiseen kommunikaatioon pikaviestinten avulla. Tutkielma antaa jatkotutkimuksen aihetta esimerkiksi muiden modalityteettien tutkimiseen pikaviestinhaastattelussa. Muun muassa äänen ja videokuvan avulla haastattelutilanteesta tulee hyvinkin realistinen, enemmän perinteisen haastattelutilanteen kaltainen. Pikaviestinhaastattelussa on potentiaalia kehittyä journalistien jokapäiväiseksi työvälineeksi.

Hyöty	Haitta
<ul style="list-style-type: none"> *säästää aikaa *säästää rahaa *automaattinen litterointi lokitiedostoihin *ei tarvitse matkustaa *helppo kääntää kieleltä toiselle *missä ja milloin tahansa *lokitydostoihin voi palata myöhemmin (tarkistukset, suorat sitaatit) *äänen ja kuvan käytön mahdollisuus, multimodaalisuus *tiedostojen lähetys *keskustelunomainen *reaaliaikainen *ei välttämättä sidottu pelkkään tietokoneeseen (PDA) *mahdollistaa kokonaan anonyymit haastattelut *question pools, kysymystietokannat *keskustelu ympäristön muokkausmahdollisuudet erilaisille käyttäjille *ryhmähaastattelut, kulttuurienväliset haastattelut *multitasking *hyödynnettävyys eri medioissa 	<ul style="list-style-type: none"> *teknologiasta riippuminen *ei välttämättä tavoita kaikkia *voi luoda eriarvoisuutta *laitteet maksaa *havainnointi vaikeampaa *haastattelun kesto *haastattelut vaativia fyysisesti ja psyykkisesti *verkkoyhteyksien arvaamattomuus, tietoturvaongelmat *luotettavuus, yksityisyydensuoja *monet erilaiset protokollat *tekninen osaaminen *osapuolten identiteettien tunnistaminen *ei niin spontaani kuin kasvokkainen tilanne *fyysisen läsnäolon puuttuminen; arvaamattomuus
käytetty kieli puhutun ja kirjoitetun kielen sekoitusta	

Taulukko 2. Yhteenvedotaulukko pikaviestinhaastattelun hyödyistä ja haitoista.

Viiteluettelo

- [AOL, 2005] AOL Instant Messenger. <http://www.aim.com> (6.3.2005).
- [Chen and Hilton, 1999] Peter Chen and S.M. Hilton, Realtime interviewing using the world wide web. *Sociological Research Online*. Vol 4, 3 (Sept. 1999).
- [Harth et al., 2004] Andreas Harth, John G. Breslin, Ina O' Murchu and Stefan Decker. Linking semantically enabled online communication sites. DERI technical report, August 2004. <http://www.deri.ie/publications/techpapers/documents/DERI-TR-2004-08-09.pdf> 21.4.2005).
- [ICQ, 2005] The ICQ Story. <http://company.icq.com/info/icqstory.html> (6.3.2005).
- [IRRODL, 2005] International Review of Research in Open and Distance Learning. Chat and Instant Messaging Systems. <http://www.irrodl.org/content/v3.2/tech15.html> (20.2.2005).
- [Journalistin ohjeet, 2005] Suomen Journalistiliitto. Journalistin ohjeet. <https://www.journalistiliitto.fi/Resource.phx/sivut/sivut-journalistiliitto/pelisaannot/journalistinohjeet/uudet.htx> (8.3.2005)
- [Juholin ja Kuutti, 2003] Elisa Juholin ja Heikki Kuutti, *Mediapeli – anatomia ja keinot*. Helsinki: Inforviestintä, 2003.
- [Koikkalainen, 2005] Katja Koikkalainen, *Journalismin lajit -luennot*. Draft, kevät 2005.
- [Kuutti, 2002] Heikki Kuutti, *Tutkittu juttu. Johdatus tutkivaan journalismiin*. Jyväskylä: Atena Kustannus, 2002.
- [Miettinen, 1984] Jorma Miettinen, *Toimitustyö*. Gaudeamus, 1984.
- [MSN, 2005] MSN Messenger. <http://messenger.msn.fi> (6.3.2005).
- [Nardi et al., 2000] Bonnie A. Nardi, Steve Whittaker and Erin Bradner, Interaction and outeraction: Instant messaging in action. In: *CSCW 2000*. 79–88.

[Tang and Begole, 2003] John C. Tang and James “Bo” Begole, Beyond instant messaging. *ACM Queue*. Vol 1, 8 (Nov. 2003), 28–37.

[Vaida et al., 2002] Amy Vaida, Wendy C. Newstetter and Elizabeth D. Mynatt, When conventions collide: the tensions of instant messaging attributed. In: *CHI 2002*. 187–194.

[Vaida et al., 2004] Amy Vaida, Elizabeth D. Mynatt, Thomas Erickson and Wendy A. Kellogg, Interview over instant messaging. In: *CHI 2004*. 1344–1347.

Ohjelmistojen tietoturvan parantaminen ohjelmistokehityksessä

Turo Jänkä

Tiivistelmä.

Ohjelmistojen tietoturvan parantaminen on yksi ohjelmistokehityksen isoimmista ja tämän hetken tärkeimmistä haasteista. Tässä tutkielmassa käyn läpi muutamia menetelmiä, joilla ohjelmistokehityksessä on mahdollista päästä parempaan tulokseen tietoturvan osalta. Paremman tietoturvan lisäksi nämä menetelmät parantavat yleensä myös ohjelmistojen luotettavuutta ja laatua. Tämän seurauksena myös ohjelmiston valmistumisen jälkeen käyttöönottoon ja ylläpitoon tarvittava työmäärä vähenee, jonka kautta saadaan aikaan säästöjä pitemmällä aikavälillä. Alueen laajuuden takia keskityn lähinnä jo olemassa olevan materiaalin hyödyntämiseen, joista otan esimerkiksi vain yleisimpiä ja tunnetuimpia menetelmiä, menemättä liiaksi asioiden yksityiskohtiin.

Avainsanat ja -sanonnat: Ohjelmistokehitys, tietoturva.

CR-luokat: D.2

1. Johdanto

Tietoturvan merkitys on tullut yhä tärkeämmäksi viimeisen kymmenen vuoden aikana, kun Internetin käyttö on yleistynyt ja yhä useammat laitteet ja tietokoneet ovat sen kautta yhteydessä toisiinsa. Lisäksi nykyään laitteet käyttävät usein myös langattomia tiedonsiirtoväyliä, joissa tietoturvaan olisi syytä panostaa jopa huomattavasti nykyistäkin enemmän. Puhelimissa ja monissa nopeasti yleistyvissä tietotekniikkaa hyödyntävissä laitteissa tietoturva on hyvin tärkeä osa kokonaisuutta. Tulevaisuudessa tietoturvan merkitys tulee kasvamaan vielä entisestäänkin.

Aikaisemmin ohjelmistojen tietoturvalla ei yleensä ollut yksityisten ihmisten tietokoneissa kovinkaan suurta merkitystä, vaarana olivat lähinnä vain virukset ja niiden seurauksena useimmiten korkeintaan tietojen menetys. Sen sijaan esimerkiksi monissa yrityksissä ohjelmistojen tietoturvalla on ollut jo aikaisemminkin paljon merkitystä. Yleisimpänä esimerkkinä voisi pitää pankkitoimintaa, jossa tietoturvalla on ollut hyvinkin suuri merkitys jo pankkitoiminnan alusta asti. Viimeistään nyt tietoturvalla alkaa kuitenkin olla jo näkyvä merkitys jokaisen kehittyneissä maissa elävän ihmisen arkipäivässä.

Asiaan liittyviä tapahtumia seuranneet ovat varmasti huomanneet, että ohjelmistojen tietoturvan huomioinnilla pitäisi selkeästi olla nykyistä tärkeämpi osuus ohjelmistojen kehityksessä. Nykyään tietoturva-aukkoja ja muita tietoturvaan liittyviä ongelmia pääsee lopullisiin ohjelmistoihin vielä aivan liian usein. Näitä pyritään monesti paikkaamaan jälkikäteen vasta sitten, kun joku asiasta kiinnostunut ulkopuolinen on jo

sellaisen käytössä olevassa ohjelmistossa huomannut ja tiedottanut siitä. Tällainen, vasta ulkopuolisten huomautuksesta tehtävä tietoturvan parantelu, antaa mahdollisille murtautujille liian hyvän mahdollisuuden murtautua ohjelmistoa käyttäviin järjestelmiin. Yleisimmin käytetyistä ohjelmista löytyvistä tietoturva-aukoista on varoituksia esimerkiksi suomen viestintäviraston CERT sivustolla [CERTFI, 2005], sekä englanninkielisellä SecuriTeam-ryhmän sivustolla [SECUR, 2005].

Koska opetustarve tämän aihealueen osalta on tullut voimakkaasti esille viime vuosina, niin aiheesta löytyy paljon uutta tutkimusmateriaalia. Toisaalta jatkuva muutos tällä alueella tekniikan kehittyessä aiheuttaa sen, että osa tutkimuksien tuloksista vanhenee nopeasti, joten tällä aihealueella tarvitaan jatkuvasti myös entisten tutkimustulosten uudelleentarkastelua. Kuten *Tietoturvallisuuden tutkimus ja opetus* [Helenius, 2005] selvityksessäkin todetaan, tämän alueen tutkimuksessa ollaan vasta päästy alkuun. Tietoturvaan liittyvälle opetuksellekin olisi kuitenkin jo tarvetta, jotta tietoturvaan liittyviä riskejä voitaisiin huomata ja pystyttäisiin reagoimaan niihin jo ennenkuin vahinko on tapahtunut.

Koska aihealueena tämä sisältää useita hyvin laajoja asioita, jotka voidaan tehdä useilla eri tavoilla, olenkin joutunut rajaamaan tarkastelun vain muutamiin asiaa käsitteleviin ohjeisiin ja tutkimuksiin. Pelkästään siitä mitä tietoturvalla tarkoitetaan ja mihin se rajataan, kun puhutaan tietojenkäsittelystä ja tietokonejärjestelmistä, liittyy paljon kysymyksiä ja miettimisen arvoisia asioita. Näitä on miettinyt muun muassa Bishop [2003] joka on julkaissut myös tietoturvaan liittyvän kirjan nimeltään *Computer Security: Art and Science*.

Tutkielman tarkoituksena on myös saada aikaiseksi hahmotelma siitä, mitä kaikkia asioita yleisesti ohjelmistokehityksessä täytyy ja voidaan huomioida tietoturvan kannalta, sekä millaisia ratkaisuja asioihin on olemassa. Keskityn käsittelemään asiaa lähinnä toisten tekemien raporttien ja julkaisujen avulla, sekä tuomalla esiin näihin liittyen omia näkemyksiäni asioista.

2. Ohjelmistojen tietoturvaongelmat

Ohjelmistojen tietoturvaongelmat liittyvät usein esimerkiksi jo suunnitteluvaiheessa tehtyihin virheisiin, ohjelman tekovaiheessa tehtyihin ohjelmointivirheisiin tai ohjelmaa käytettäessä tehtyihin virheisiin ja väärin olettamuksiin. Seuraavaksi käyn pikaisesti läpi hyvin yleisellä tasolla millaisia ongelmia esimerkiksi ohjelmistokehityksessä on ja mistä ne johtuvat.

2.1. Ongelmat ohjelmiston suunnittelussa

Ohjelmiston suunnittelussa täytyy ottaa huomioon monia asioita ja aikaa on yleensä hyvin rajoitettu määrä, jolloin on todennäköistä, että jotain tärkeää jää huomioimatta tai tehdään hätiköidessä virheellisiä päätöksiä. Näitä ei välttämättä huomata projektin myöhemmissä vaiheissa, varsinkin jos ohjelmiston tekeminen hajautuu useaksi aliprojektiksi, jolloin eri aliprojektien tekijät olettavat helposti toisten hoitavan tai miettineen asiat joita ei ole erikseen juuri heidän vastuualueeksi määritelty.

Myös puutteellinen dokumentointi suunnitteluvaiheessa johtaa usein väärinkäsityksiin myöhemmissä vaiheissa, joiden seurauksena voi olla ongelmia ohjelmiston tietoturvan kannalta. Esimerkiksi testauksessa saattaa jäädä jokin tärkeä testi tekemättä, jos ei testausvaiheen tehtäviä ole riittävän hyvin ohjeistettu ja yleensä tiukkojen aikataulujen takia projektin loppupuolella kukaan ei huomaa enää kiinnittää asiaan tarpeeksi huomiota. Isoissa projekteissa tällaiset asiat korostuvat, kun kaikilla tekijöillä ei ole silloin kovin tarkkaa mielikuvaa tehtävästä kokonaisuudesta.

2.2. Ongelmat ohjelmoinnissa

Yleisimpiä ohjelmoinnissa tietoturvaan liittyviä ongelmakohtia on kerätty *Software Security Checklist for the Software Life Cycle* [Gilliam et al., 2003] listaan: ympäristömuuttujat (Environment variables), puskuriylivuodot (Buffer Overflows), käskyjen syöttö tiedon mukana (Data as Instructions or Script Injections), numeeriset ylivuodot (Numeric Overflows), liian tiheään syötetty tieto (Race Conditions), etänä ajettavat komennot (Network Exposures), suorat tietovuodot (Information Exposure), toimintojen väärinkäyttö (Operational Misuse), huonosti valitut vakiomääritykset (Default Settings), sekä koodiin jääneet takaovet (Programmer Backdoors).

Näistä ongelmakohdista viimeaikoina on eniten saanut huomiota varsinkin puskuriylivuoto-haavoittuvuudet verkko-ohjelmistoissa, koska joissakin tapauksissa nämä mahdollistavat esimerkiksi koneelle murtautumisen. Puskuriylivuoto-haavoittuvuuksista ja yleisistä suunnitteluvirheistä, sekä sellaisten estämisestä on kirjoitettu muunmuassa *The Cracker Patch Choice* niminen julkaisu [Cowan et al., 2000]. Sen viitteistä löytyy myös paljon lisätietoa asiasta kiinnostuneille. Koska puskuriylivuoto-haavoittuvuudet ovat olleet niin paljon esillä viime aikoina, niin tähän liittyen löytynee uudempaa materiaalia ja varmasti asiaan liittyviä tutkimuksia on käynnissä tälläkin hetkellä.

Olen muutaman kerran huomannut itsekkin yritysten ja yhdistysten web-sivuilla, että esimerkiksi väärin tehdyt yksinkertaiset lomakkeet ja dynaaminen sivujen toiminta voivat olla riski yritysten tietoturvassa. Sopivien käskyjen syöttäminen sivulle lähetettävien tietojen mukana voi esimerkiksi mahdollistaa koneen käyttäjätunnusten lukemisen tai koneen tiedostojen poistamisen, jos tämän tiedon käsittelevän osan tekijä ei ole kiinnittänyt mitään huomiota tietoturvaan. Pahimmassa tapauksessa väärin asennettu ohjelmisto yhdistettynä tällaiseen huolimattomaan ohjelmointiin, tekee koneelle murtautumisen verkon kautta todella helpoksi. Tietojenkäsittelyä, validointia ja virhetilanteiden käsittelyä on selvitelty esimerkiksi *Tietoturvallinen ohjelmointi* [Paavilainen et al., 2004] julkaisussa, josta löytyy myös paljon muuta tietoa ohjelmistojen tietoturvaan liittyen.

Lisäksi huonosti valitut vakiomääritykset ovat todella yleisiä ohjelmistoissa, jopa tietokoneiden käyttöjärjestelmissä on tietoturvan kannalta todella huonoja vakiomäärityksiä. Pahimmillaan tällaiset huonosti valitut vakiomääritykset päästävät mahdollisen murtautujan tai viruksen tekemään tuhojaan heti ohjelmiston asentamisen jälkeen ilman mitään varoitusta.

Hyvin samanlaisiin ongelma-kohtiin on päädytty useissa tutkimuksissa, tosin monet näistä pyrkivät painottamaan hieman eri asioita. Suurin osa tietoturvaan liittyvistä ongelmista voitaisiin estää hyvällä suunnittelulla, sekä huolellisella toteutuksella ja testauksella. Monesti vika onkin puutteellisissa taidoissa ja koulutuksessa tai jopa ihmisten asenteissa. Näihin voidaan vaikuttaa kouluttamalla, valitsemalla sopivat tekijät ja työkalut tehtäviin nähden, sekä ohjeistamalla ja noudattamalla asiaan kuuluvia käytäntöjä.

2.3. Ongelmat ohjelmiston dokumentoinnissa ja käytössä

Suoraan liittyen edellisessä kohdassa mainittuihin huonosti valittuihin vakiomäärittelyihin, suoriin tietovuotoihin ja ympäristömuuttujiin, voi yhdistää ohjelmiston dokumentoinnin ja ohjelmiston käytön. Monet noihin edellä mainittuihin ongelmiin liittyvät asiat voitaisiinkin korjata myös hyvällä dokumentoinnilla. Suunnitteluvaiheen dokumentointiin liittyen on tiiviiseen muistilista-tyyliin kerätty huomioitavat asiat TietoEnatorin *Tietoturvallinen ohjelmistojen kehitys* [TE, 2005] esityksessä. Ei kuitenkaan saisi luottaa siihen, että ohjelman ajonaikana pystyttäisiin aina tutkimaan kaikki asiaan liittyvät dokumentaatiot. Ohjelmien olisikin hyvä tiedottaa aina käyttäjää siitä milloin on olemassa suuri riski tehdä tietoturvan kannalta kriittisiä virheitä. Kuten tuossa aikaisemmin mainitsemassani tarkistuslistassa [Gilliam et al., 2003] on huomioitu, myös ylläpidon tärkeys ohjelmistojen osalta täytyisi muistaa. Eikä tietenkään saa unohtaa sitä, että jonain päivänä ohjelmisto halutaan todennäköisesti poistaa käytöstä ja tämäkin pitäisi pystyä tekemään hallitusti myös tietoturvan osalta. Eli tietoturva pitäisi ohjelmistoissa pystyä varmistamaan ohjelmiston elinkaaren päästä päähän asti.

3. Ohjelmistojen tietoturvan parantaminen

Ohjelmistojen tietoturvaa voidaan parantaa usealla eri tavalla liittyen ohjelmistokehityksen eri alueisiin. Koska käyn tässä tutkielmassa näitä asioita läpi vain hyvin karkealla tasolla, niin keskitynkkin tässä osassa lähinnä vain *Improving Security Across the Software Development Life Cycle* -raportissa [NCSP, 2005] mainittujen asioiden läpikäyntiin. Asioista löytyy tarkempaa yksityiskohtaista tietoa tuon raportin tekstissä olevista viittauksista ja [www](#)-linkeistä.

3.1. Nykyinen tilanne

Ohjelmistojen tietoturvan parantaminen on haaste sekä ohjelmistotekniikan, että tietoturvatekniikoiden osalta. Ohjelmistosuunnittelussa on huomioitava suunnittelu, seuranta, laadunvalvonta ja mittaus, sekä tekninen toteutus. Tietoturvatekniikoiden osalta on otettava huomioon käytettävät työskentelytavat, sekä työkalut joita tarvitaan ohjelmien suunnittelu, toteutus ja testausvaiheissa.

Tutkimusten mukaan yli 90% ohjelmistojen tietoturva-aukoista johtuu tunnetuista virheistä. Kymmenen yleisintä virhettä aiheuttavat noin 75% kaikista ohjelmistojen tietoturva-aukoista [NCSP, 2005]. Jotta ohjelmistojen tietoturvassa päästäisiin yleisesti

paremmalle tasolle, olisi selkeästi vähennettävä näiden virheiden tekemistä nykypäivän ohjelmistokehityksessä. Onkin arvioitu, että nykyisin vasta kirjoitetussa ohjelmistokoodissa on yksi suunnittelu tai toteutusvirhe jokaista seitsemää - kymmentä riviä kohden. Vaikka näistä saataisiin 99% poistettua ennen ohjelmiston julkaisua, niin ohjelmistoon jäisi silti vielä 1-1.5 virhettä jokaista tuhatta koodiriviä kohden [NCSP, 2005].

3.2. Ohjelmistojen tietoturvan parantamiseen kehitettyjä menetelmiä

Ohjelmistojen tietoturvan parantamiseen niiden kehitysvaiheessa on kehitetty useita malleja. Käyn läpi tässä kohdassa *Security Across the Software Development Life Cycle* raportissa [NCSP, 2005] esiteltyjä keinoja parantaa ohjelmiston tietoturvaa. Tarkempia tietoja näiden käytöstä ja tuloksista saa parhaiten lukemalla kyseisen raportin ja seuraamalla siinä tekstissä olevia viitteitä ja www-linkkejä.

Näistä malleista eniten esille opiskelussa ja työssä on tullut toistava ja lisäävä kehitystapa (Incremental Development), jossa ohjelmiston kehitys tapahtuu monessa vaiheessa osa kerrallaan. Jokainen vaihe voidaan toteuttaa käyttäen jotain toista mallia sen toteutuksessa [Taina, 2003]. Ohjelmisto valmistuu useiden määrittäminen, kehitys ja varmistus osuuksien jälkeen. Tarkoituksena on saada yksi kokonaisuus kerrallaan valmiiksi, alkaen yleensä tärkeimmästä. Ohjelmistoa päästään näin katsomaan usein hyvin varhaisessa vaiheessa oikeassa ympäristössä ja siihen saadaan näin paremmin palautetta testaajilta. Muitakin vastaavia lisäävää kehitystapaa käyttäviä ohjelmiston kehitykseen sopivia malleja on kehitetty. Tällaisia malleja suosivat varsinkin sellaiset yritykset, jotka työskentelevät aloilla joissa on tärkeää saada mahdollisimman pian ensimmäiset käyttökelpoiset ohjelmistot valmiiksi. Tosin tästä on käyttäjän kannalta huonona puolena se, että ensimmäiset versiot voivat olla hyvinkin karsittuja ominaisuuksiltaan.

Formaalit menetelmät ovat toinen raportissa [NCSP, 2005] esitellyistä menetelmistä, johon saattaa törmätä varsinkin opiskelun yhteydessä. Formaaleissa menetelmissä käytetään matemaattisia kaavoja ja formaalia logiikkaa tukemaan ohjelmistojen määrittäystä, suunnittelua, ohjelmointia ja toiminnan varmistusta. Valitettavasti niiden käyttö on hyvin rajoittunutta ja erilaisten sovellusten tarvitsemien uusien mallien kehittäminen on kallista, eikä usein onnistu [Taina, 2003]. Huonoina puolina ovat myös koulutusvaatimukset, sekä tarve käyttää sellaisia työkaluja ja ohjelmointikieliä, jotka eivät ole yleisesti käytössä ohjelmistoalan yrityksissä. Tällainen ei tietenkään käytännössä sovellu suoraan useimpien nykyisten yritysten toimintaan, mutta on erittäin mielenkiintoinen tutkimuskohteena.

Eräs mielenkiintoinen raportissa [NCSP, 2005] mainittu menetelmä on Team Software Process (TSP), joka on ohjelmistojen kehitysryhmille tarkoitettu toiminnallinen menetelmä. TSP on tutkimuksissa osoittautunut tuottavan lähes virhevapaita ohjelmistoja, ylittämättä silti budjettia ja pysymällä aikataulussa. Menetelmässä on kuvattu tarkkaan miten mikäkin asia tehdään askel kerrallaan ja miten sen voidaan tulkita olevan valmis. TSP:n huonoina puolena voisi pitää kustannuksia,

jotka aiheutuvat lähinnä koulutuksesta. Myös Cleanroom software engineering on ryhmien toimintaan perustuva teoriapohjainen menetelmä ohjelmistojen tuottamiseen. Tässä menetelmässä ryhmät jaetaan tehtävien mukaan, määrittely, kehitys ja varmistus rooleihin. Raportissa [NCSP, 2005] mainitaan myös useita muita mielenkiintoisia menetelmiä, joihin näitä asioita työssään tarvitsevien kannattaa tutustua. Näihin menetelmiin liittyen on tehty jatkuvasti paljon tutkimustyötä, mutta tarvetta on varmasti myös uusille tutkimuksille pitkälle tulevaisuuteen.

3.3. Tekniset keinot parantaa ohjelmiston tietoturvaa

Kyseisessä raportissa [NCSP, 2005] on mainittu kahdeksan kohdan lista tietoturvallisen ohjelmiston kehittämisestä, jonka kirjoittivat Saltzer ja Schroeder jo vuonna 1974. Kuten raportissakin sanotaan, nämä samat perussäännöt pätevät hyvin nykypäivänäkin. Tämän listan voisi mielestäni ilmaista myös seuraavasti :

1. Suunnittele asioista mahdollisimman yksinkertaisia ja pieniä.
2. Vakiomääritysten oltava tietoturvan kannalta hyviä ja vikasietoisia.
3. Jokaisen osan on selvitettävä pääsyvaltuudet yhteyksissä.
4. Suunnitelmien ja toteutustavan salaaminen ei takaa tietoturvaa.
5. Järjestelmän eri osien valtuudet erotettava toisistaan, silloin kun mahdollista.
6. Käyttäjille annettava vain sen verran valtuuksia kuin hän tarvitsee työnsä tekemiseen.
7. Järjestelmän osien oltava riippumattomia toistensa tiloista.
8. Käyttöliittymän oltava helppo ja informatiivinen, etteivät käyttäjät tee vahingossa tietoturvan kannalta kriittisiä virheitä.

Sinänsä tuota listaa tulisi varmastikin noudattaa ohjelmistoja tehdessä, mutta lisäksi mielestäni olisi hyvä huomioida noiden lisäksi myös muita asioita. Erityisesti nykyään kannattaisi kiinnittää huomiota siihen, miten voidaan jäljittää kuka teki järjestelmässä mitään. Tämä ei koske pelkästään järjestelmän käyttäjiä, vaan myös niitä jotka ylläpitävät järjestelmää tai ovat tekemisissä kyseisen järjestelmän ympäristön kanssa, sekä niitä jotka kehittävät järjestelmään liittyviä ohjelmistoja.

Kyseisessä raportissa [NCSP, 2005] puhutaan myös uhkien mallinnus (Threat modelling) ja hyökkäyspuu (Attack Trees) käsitteistä, joilla pyritään mallintamaan uhkia ja hyökkäyksiä jotka kohdistuvat järjestelmään. Omien tietojeni mukaan jonkin asteista hyökkäysten mallintamista on jo käytössä alan yrityksissä, mutta kehittämisen varaa on varmasti vielä paljon. Hyökkäyspuissa ideana on se, että hyökkäys kuvataan puumaisesti. Juuren kuvatessa hyökkäyksen tavoitetta ja siitä haarautuvien osien tähän tavoitteeseen pyrkiviä keinoja. Tästä kiinnostuneiden kannattaa tutustua Ari Juhani Korhosen [1997] *Uhkapuut* tekstiin.

Edellisten lisäksi raporttiin [NCSP, 2005] oli koottu 49:n kohdan (Attack Patterns) lista erilaisista hyökkäyskeinoista, kirjoittajiksi mainittu Hoglund ja McGraw. Tällaisen listan läpikäynti ohjelmistoa tehtäessä on varmasti ihan hyvä idea, vaikkakin lista tuntuu aika pitkälle keskittyvän web-palvelimien ja selaimien, sekä sähköpostiohjelmistojen

haavoittuvuuksiin. Mukana on silti muutamia hyviä vinkkejä, jotka on syytä pitää mielessä muitakin ohjelmistoja tehdessä.

Erilaisia uhkia ja hyökkäyksiä käsittelevien listojen lisäksi on hyvä käyttää muistilistana myös yksinkertaista listaa säännöistä ja tarkistuksista mitä ohjelmiston kehitysvaiheessa pitäisi ottaa huomioon. Kyseisessä raportissa [NCSP, 2005] on esimerkki, jossa periaatteessa tuohon aikaisemmin mainitsemani Saltzer ja Schroeder listaan verrattuna on tullut mukaan muutama uusi asia. Oma tulkintani listalla olevista uusista asioista on seuraavanlainen :

1. Tarkista syötteet ja tulostukset.
2. Toimi vikatilanteissa järkevästi ja tietoturvan kannalta oikein.
3. Pidä asiat yksinkertaisina.
4. Käytä luotettavaksi todettuja komponentteja niin usein kuin mahdollista.
5. Tietoturva-aukkojen piilottaminen ei toimi, korjaa ne.
6. Käytä vain ennestään hyväksi todettuja salausmenetelmiä.
7. Kaikki tietoliikenne on voitava salata.
8. Salasanoja ei saa esiintyä puhtaassa tekstiformaatissa.
9. Ohjelmistoihin ei saa tehdä takaovia.

Raportissa [NCSP, 2005] painotetaan myös testauksen merkitystä tietoturvan kannalta. Testauksessa korostuu suunnittelun ja dokumentoinnin merkitys. Testauksessa apuna voidaan käyttää esimerkiksi, myös aikaisemmin mainitsemani, listoja hyökkäyskeinoista, hyökkäyspuita, uhkien mallintamista ja ohjelmistojen ja tietoturvan testaukseen tarkoitettuja ohjelmistoja. Aiheesta voi lukea lisää kyseisen raportin lisäksi esimerkiksi Internetissä julkaistusta Software Magazinen artikkelista *Software Security Testing* [Curphey, 2004], jossa keskitytään kuitenkin pitkälle Web-sivujen ohjelmistojen tietoturvaan. Samasta paikasta kannattaa myös lukea muitakin asiaan liittyviä kiinnostavia artikkeleita.

3.4. Käytettävät ohjelmointikieliset työkalut

Ohjelmointikielen valintaan liittyen raportissa [NCSP, 2005] on hieman yllättävästi suositteltu Java ja C# -ohjelmointikieliä. Tämä pitäneen paikkansa, jos kyseinen ohjelmoija ei osaa C tai C++ kieltä kunnolla, koska osaamaton ohjelmoija tekee näillä kielillä lähes automaattisesti muutaman tietoturvan kannalta pahan perusvirheen. Mielestäni täytyy kuitenkin huomioda, että osaamaton ohjelmoija tekee hyvinkin helposti tietoturvan kannalta pahoja virheitä ohjelmointikielystä riippumatta. Jos kieleksi valitaan joku muu kuin C tai C++ pelkästään sen takia, että ei luoteta ohjelmoijan taitoihin, niin kannattaa miettiä onko kyseisellä ohjelmoijalla pätevyyttä yleensäkin tehdä tietoturvan kannalta kriittistä ohjelmaa.

Javassa on toki ominaisuuksia, joilla saadaan jossain mielessä parempi tietoturva sen päällä toimivan sovelluksen osalta aikaiseksi helposti, mutta suorituskyvyssä jäädyään tietyissä tapauksissa kauaksi C ja C++ kielillä tehdyistä ohjelmista. Täytyy

huomioida, että pelkästään Javan ajoympäristöstäkin löytyy välillä tietoturva-aukkoja. Javan tietoturva-aukkoihin ei edes voida vaikuttaa oman ohjelmiston kehitysvaiheessa. Tilannetta täytyisi siis seurata ja tehdä päivityksiä sitä mukaa, kun niitä aukkoja löytyy ja korjataan. Mielestäni on siis täysin väärin väittää, että C tai C++ kieli olisivat huono valinta tietoturvan kannalta tärkeitä ohjelmia tehtäessä. Sen sijaan väittäisin, että ohjelmointikieli kannattaa valita tilanteen mukaan varsinaisesti sulkematta pois mitään yleisesti käytettyjä ja sovelluksen kehitykseen sinänsä soveltuvia ohjelmointikieliä.

Ohjelmistokehityksessä käytettävät työkalut voivat olla myös tärkeä osa tietoturvan kannalta, lisäksi niillä voidaan lisätä myös työskentelyn tehokkuutta ja helpottaa ohjelmistojen ylläpidettävyyttä, sekä vaikuttaa jopa työntekijöiden suhtautumiseen työhönsä. Useita hyviä ohjelmistokehityksen työkaluja on saatavilla myös ilmaiseksi. Ilmaisia työkaluja on olemassa niin suurten yritysten julkaisemina, kuin avoimen lähdekoodin yhteisön kehittämänä. Joistakin ohjelmistopuolen työkaluista kannattaa silti maksaa, mutta suosittelisin aina vakavasti tutkimaan myös millaisia vastaavia ilmaisia versioita on saatavilla.

Kyseisessä raportissa [NCSP, 2005] ollaan oudon epäileväisiä avoimen lähdekoodin ohjelmistoja kohtaan ja sivuutetaan muutenkin asia pikaisesti ohimennen. Ehkä asiaan on vaikuttanut osittain tiettyjen isojen yritysten mukana oleminen, jolloin asiaan on mahdollisesti tullut todellisuutta suppeampi näkökulma. Olen kuitenkin samaa mieltä siitä, että avoimen lähdekoodin ohjelmia käyttäessä kannattaa olla varovainen sillon kun on kysymys yritysten tietoturvasta. Suosittelisin, että yrityskäytössä kannattaakin käyttää vain luotettavista lähteistä saatavia ohjelmia ja niistäkin vain stabiileiksi luokiteltuja tarkastettuja versioita. Sama koskee myös suljettuja ja kaupallisia ohjelmistoja, mihin tahansa ei kannata tietoturvan osalta sokeasti luottaa.

Suljetun lähdekoodin ohjelmistoja monesti väitetään tietoturvan kannalta paremmaksi [Ford et. Al, 2005], perusteena esitetään yleensä sitä ettei niistä löydy niin paljoa tietoturva-aukkoja. Toisissa tutkimuksissa [Reasoning, 2003] on kuitenkin todettu avoimen lähdekoodin ohjelmistoissa olevan vähemmän tietoturva-aukkoja, kuin yleensä suljetun lähdekoodin ohjelmistoissa. Tästä on tehty ja tehdään varmasti tutkimuksia jatkossakin, avoimella lähdekoodilla on omat hyvät ja huonot puolensa [Whitlock, 2001]. Aiheesta voi lukea enemmän esimerkiksi *Software security for open source systems* julkaisusta [Cowan, 2003]. On mukava lukea aiheeseen liittyviä julkaisuja, jos lopputulokseen ei ole päässyt vaikuttamaan julkisuushakuisuus ja isojen yritysten lahjoitukset.

Lisäksi aina tietoturvasta puhuttaessa kannattaa huomioida, että tietoturvan kannalta kriittisten asioiden piilottelu ei oikeasti paranna tietoturvaa, vaan antaa vain valheellisen turvallisuuden tunteen. Tässä asiassa avointa lähdekoodia kehittävät ja käyttävät yritykset ovat paljon edellä suljetun lähdekoodin yrityksiä.

4. Ajan tasalla pysyminen tietoturvaan liittyvissä asioissa

Jatkuvasti muuttuvan tekniikan ja uusien alueeseen liittyvien löytöjen takia kirjallisuus ei pysy kaikista tietoturvapuolen asioissa ajan tasalla. Toisaalta jotkin peruseriaatteen

ovat sellaisia, että ne voidaan olettaa säilyvän tällä aihealueella samanlaisina pitkään. Eli kirjallisuudesta löytyy hyvää pohjatietoa aihealueeseen, mutta asiasta kiinnostuneiden kannattaa seurata pääasiallisesti kanavia joita pitkin saadaan uutta ajan tasalla olevaa tietoa aiheeseen liittyen.

Tällä alueella tehdään jatkuvasti tutkimustyötä, joten uutta tutkimusmateriaalia on saatavilla paljon eri lähteistä. Mielestäni tällä alueella työskentelevien ja aiheesta kiinnostuneiden ihmisten kannattaisikin pyrkiä seuraamaan uusimpia tutkimustuloksia ja niiden vaikutuksia jatkuvasti. Monet alan asiantuntijat käyvät tietoturva-alan tapahtumissa katsomassa viimeisimmät kuulumiset, mutta kuten yleensä, tällaisissa isoissa kaupallisissa tapahtumissa monet tärkeät asiat saattavat jäädä sponsorien maksamien mainospuheiden varjoon. Monia pienempiä ja vähemmän kaupallisia tapahtumia järjestetään myös ja niissä tapahtuvia julkaisuja voi usein lukea internetin kautta, joten paikanpäälle kaikkiin tapahtumiin ei välttämättä tarvitse edes mennä.

4.1. Tietoturvan seuraaminen yleisellä tasolla

Nykyään pelkästään uutisia seuraamalla saa jo jonkin verran tietoa pahimmista ohjelmistojen tietoturvaan liittyvistä uhista. Mutta tietokonealan lehtiin ja uutisiin päätyy vain hyvin pieni osa yleistenkin ohjelmien tietoturva-aukoista. Valitettavan usein näistä kirjoituksista jopa huomaa selkeästi ettei kyseisen tekstin kirjoittaja oikeasti ole ollut perillä asioista.

Suosittelenkin vähänkään asiasta kiinnostuneita seuraamaan ennemmin esimerkiksi viestintäviraston *CERT-ryhmän sivuja* [CERTFI, 2005] ja *SecuriTeam-ryhmän sivuja* [SECUR, 2005]. Muitakin vastaavia hieman eri alueisiin perehtyneitä sivuja löytyy, joten kannattaa etsiä sellainen, missä on tiedotettu parhaiten juuri siitä alueesta joka kiinnostaa. *SecuriTeam-ryhmän sivut* [SECUR, 2005] ovat siitä hyvät, että sieltä löytyy myös mielenkiintoisia esimerkkejä liittyen ohjelmistojen haavoittuvuuksien testaukseen ja työkaluja järjestelmien tietoturvan testauksesta kiinnostuneille. Tällaisiin haavoittuvuuksien hyödyntämistä esitteleviin esimerkkeihin ja työkaluihin tutustuminen pitäisi kuulua jokaisen tietoturva-alalla työskentelevän yleissivistykseen.

Virustorjunta kiinnostanee nykyään ainakin Windows käyttöjärjestelmän parissa työskenteleviä, siihen liittyen on hyvä seurata esimerkiksi F-Securen [FSEC, 2005] tai jonkin muun vastaavan yrityksen virushavaintosivuja. Viime aikoina on alkanut esiintymään vihjeitä siitä, että jopa matkapuhelimiinkin olisi jo mahdollista tehdä jonkin tyyllisiä leviäviä viruksia, joten jatkossa virustorjunnasta kiinnostuneiden ihmisten joukko varmastikin laajenee huomattavasti. Virukset ja virustorjunta ovat sen verran laaja tietoturvaan liittyvä alue, että jätän suosiolla niiden tarkemman käsittelyn pois tästä tutkielmasta.

4.2. Tutkimuksia ja opetusta

Hyvin paljon tutkimustuloksia ja muita ohjeita ohjelmistojen tietoturvaan liittyen on saatavilla suoraan ilmaiseksi verkkosivuilta. Näitä lukiessa täytyy vain ottaa huomioon niiden luotettavuus ja ajantasalla oleminen. Monet sivut jotka sinänsä ovat sisältäneet

luotettavaa tietoa, saattavat olla jo vanhentuneet, jolloin niillä oleva tieto saattaa johtaa vääriin johtopäätöksiin tai niissä saattaa olla selkeitä puutteita nykytilanteeseen nähden.

Isoja tutkimuksia tietoturvaan liittyen on käynnistetty yliopistoissa ja jopa kansallisella tasolla asti. Yhtenä esimerkkinä voisi mainita Valkoisen talon *National Strategy to Secure Cyberspace* ohjelman, johon osittain liittyen olenkin ottanut tutkielmaan tarkasteltavaksi *Security Across the Software Development Life Cycle* [NCSP, 2005] julkaisun. Tietoturvaan liittyviä ohjelmia on käynnistetty myös Suomessa ja EU-tasolla.

Tietoturvaan liittyvää aineistoa löytyy myös lähes kaikkien yliopistojen kautta Suomessakin. Liitteistä löytyy hyvänä esimerkkinä muunmuassa Tampereen Yliopistossa tehty *Tietoturvallisuuden tutkimus ja opetus* [Helenius, 2005] selvitys, jossa on tutkittu Suomen yliopistojen tietoturvallisuuden opetuksen ja tutkimuksen nykytilannetta ja kehittämismahdollisuuksia. Oulun yliopisto julkaisi tiedotteen 17. toukokuuta 2005, että kyseinen yliopisto aloittaa tietoturva-ammattilaisten erityiskoulutukseen pyrkivän tietoturvan maisteriohjelman. Jään mielenkiinnolla odottamaan millaisiin tuloksiin koulutusohjelmassa päästään, miten voin itse hyödyntää sieltä julkaistavaa tietoa ja millaista kehitystyötä siellä aletaan tekemään.

5. Yhteenveto

Tietoturvan parantamiseksi ohjelmistokehityksessä on jo olemassa todella paljon erilaisia ratkaisuja, joista olisi osattava valita oikeat menetelmät tilanteen mukaan. Tähän liittyen on tehty paljon tutkimustyötä ja kehitystä, mutta on vielä paljon tehtävää ennen kuin voidaan sanoa yleisesti ohjelmistojen tietoturvan olevan hyvällä tasolla.

Yksinkertaisilla pienillä muutoksilla ja sopivalla selkeällä ohjeistuksella voidaan ohjelmistokehityksessä kuitenkin päästä jo parempaan tulokseen. Tällaisten asioiden pitäisikin olla automaattisesti osa ohjelmistokehitystä ja sen parissa työskentelevien arkipäivää. Tietoturva ei saisi olla mikään ohjelmiston lisävaruste, vaan se pitäisi kuulua ehdottomasti jokaisen ohjelmiston perusominaisuuksiin. Tietoturvan tuleminen luonnolliseksi osaksi ohjelmistokehitystä vaatii kuitenkin työtekijöiden koulutusta ja muutosta asenteissa, sekä yritysten ja oppilaitosten todellista osallistumista tietoturvan ja ohjelmistokehityksen parantamiseen.

Tässä tutkielmassa en pystynyt käymään asioita kovinkaan tarkasti läpi, alueen laajuuden ja hyvin rajallisen käytettävissä olevan ajan takia. Tätä aluetta hyvin tunteville tutkielmassa ei todennäköisesti ole paljoakaan uutta asiaa, mutta toivottavasti joillekin lukijoista tulee parempi käsitys alueesta kokonaisuutena ja saavat mahdollisesti ideoita uusien tutkielmien ja tutkimusten tekemiseen. Kuten olen useammassakin kohdassa viitannut, ohjelmistojen tietoturvaan liittyen löytyy vielä paljon aihetta useille uusille tutkielmille ja tutkimuksille.

Viiteluettelo

- [Paavilainen et al., 2004] Juhani Paavilainen, Karri Huhtanen, Reetta Karjalainen, Jani Kilpilinna, Heikki Vatiainen, *Tietoturvallinen ohjelmointi*.
<http://www.cs.uta.fi/reports/bsarja/B-2004-5.pdf> (12.3.2005).
- [Helenius, 2005] Marko Helenius, *Tietoturvallisuuden tutkimus ja opetus*.
http://www.uta.fi/laitokset/ISI/dokumenttiarkisto/ISI-raportti2005_2.pdf
(12.3.2005).
- [Gilliam et al., 2003] D. Gilliam, T Wolfe, J. Sherif and M. Bishop, *Software Security Checklist for the Software Life Cycle*. In: Proceedings of the 12th IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE 2003), 243–248 (June 2003). Also available as <http://nob.cs.ucdavis.edu/~bishop/papers/2003-checklist/2003-checklist.pdf>.
Checked 20 February 2005.
- [Bishop, 2003] M. Bishop, *What Is Computer Security?*. In: IEEE Security and Privacy , 67-69 (Jan. 2003). Also available as <http://nob.cs.ucdavis.edu/~bishop/papers/2003-what-is/2003-what-is.pdf>. Checked 20 February 2005.
- [Cowan et al., 2000] Crispin Cowan, Heather Hinton, Calton Pu, and Jonathan Walpole, *The Cracker Patch Choice*. In: the National Information Systems Security Conference (NISSC). Available as <http://www.scs.carleton.ca/~soma/biosec/readings/cowan-post-hoc.pdf>.
- [Cowan, 2003] Crispin Cowan, *Software security for open source systems*. IEEE Security & Privacy Magazine 1, (Feb. 2003), Number 1, 35-48. Also available as http://wirex.com/%7Ecrispin/opensource_security_survey.pdf. Checked 20 February 2005.
- [NCSP, 2005] *Security Across the Software Development Life Cycle*, report by The National Cyber Security Partnership (April 1, 2004). Available as <http://www.cyberpartnership.org/SDLCFULL.pdf>. Checked 17 February 2005.
- [Korhonen, 1997] Ari Juhani Korhonen, Uhkapuu.
<http://www.cs.hut.fi/~archie/publications/Uhkapuu.pdf> (16.5.2005).
- [TE, 2005] *Tietoturvallinen ohjelmistojen kehitys*. TietoEnator.
<http://www.tml.hut.fi/Opinnot/T-110.470/2004/20041122.pdf> (20.2.2005).
- [CERTFI, 2005] Viestintäviraston CERT-ryhmän sivut.
<http://www.ficora.fi/suomi/tietoturva/cert.htm> (16.2.2005).
- [SECUR, 2005] SecuriTeam -group page. <http://www.securiteam.com/>. Checked 16 February 2005.
- [FSEC, 2005] F-Secure Oyj:n sivut.
<http://www.f-secure.fi/virus-info/virus-news/> (19.5.2005).
- [Curphey, 2004] Mark Curphey, *Software security testing*. Software Magazine. Available as <http://www.softwaremag.com/L.cfm?Doc=2004-09/2004-09softwaresecurity-testing>. Checked 20 February 2005.
- [Taina, 2003] Juha Taina, *Ohjelmistotuotanto*.

- <http://www.cs.helsinki.fi/u/taina/ohtu/s-2003/luennot/luvut123.pdf> (20.5.2005)
- [Whitlock, 2001] Natalie Walker Whitlock, *Does open source mean an open door?*
Available as <http://www-106.ibm.com/developerworks/linux/library/l-oss.html>.
Checked 18. June 2005.
- [Reasoning, 2003] Reasoning, *Linux Inspection Report*. Available as
http://www.reasoning.com/newsevents/pr/03_03_03.html. Checked 18. June
2005.
- [Ford et. Al, 2005] Richard Ford, Herbert H. Thompson, Fabien Casteran, *Role
Comparison Report*. Available as
http://www.sisecure.com/pdf/windows_linux_final_study.pdf. Checked 18. June
2005.

Tiedonhakuagentit

Antti Kaakinen

Tiivistelmä

Tiedonhaku Internetistä ei ole yksinkertaista. Perustiedonhausta selviää liki jokainen, mutta laajempi ja tarkempi tiedonhaku vaatii hakijalta taitoa ja työtä. Tiedonhakuagentit hakevat tietoa käyttämällä useita hakukoneita, seuraamalla sivustojen muutoksia, vertailemalla muiden agenttien tietoja, tutkimalla käyttäjän toimia ja hakemalla niiden mukaista tietoa sekä luetteloimalla ja kategorisoimalla löytämäänsä tietoa. Tiedonhakuagentit pyrkivät tehostamaan käyttäjän tiedonhakua, mikä säästää aikaa muille toimille.

Avainsanat: Tiedonhaku, agentit, hajautettu tiedonhaku.

CR-luokat: H.3.3

1. Johdanto

Internet on valtava tietovarasto, jonka sisältämä tieto on hyvin hajallaan. Samasta aiheesta löytyy sivustoja eri puolelta maailmaa ja eri tahojen tuottamana. Tieto voi olla ammattilaisten tuottamaa tai alaan vihkiytyneitten harrastajien keräämää. Mikään kuitenkaan ei takaa tiedon oikeellisuutta eikä sen luotettavuutta. Tällöin tiedon käyttäminen ja sen mahdolliset seuraukset ovat käyttäjän vastuulla.

Hakukoneet voidaan jakaa kahteen ryhmään. Ensimmäisenä näistä voidaan pitää tietokantapohjaisia hakemistoja. Nämä hakemistot ovat yleensä ylläpidettyjä ja ne käsittelevät jotain tiettyä aihetta. Eräänä esimerkkinä tällaisesta voidaan pitää Association for Computer Machineryn (www.acm.org) ylläpitämää tietokantaa, johon on koottu ACM:n alaisten konferenssien ja lehtien julkaisut. Näissä tietokannoissa on mahdollista hakea järjestelmään rakennetulla hakukoneella ja haku toimii ainoastaan tämän tietokannan dokumentteihin.

Toinen ryhmä on niin sanottuihin ryömijöihin (crawler) perustuvat hakukoneet. Nämä hakukoneet ovat niitä, joilla käyttäjät voivat hakea haluamiansa verkkosivuja Internetistä. Tällä hetkellä näistä selkeästi tunnetuin on Google (www.google.com). Näiden hakukoneiden sisältöä ei valvota samalla tavalla kuin ylläpidetyissä tietokannoissa vaan järjestelmän luetteloon, indeksiin, lisätään kaikki sivut, jotka ryömijä kohtaa. Dokumenttivalikoima ja hakujen kattavuus riippuu siis täysin ryömijän asetuksista ja tarkasteltavan alueen laajuudesta.

Näiden ryhmien suurimmat erot ovat varsin ilmeiset. Ryömijään perustuva hakukone voi periaatteessa löytää kaikki Internetissä olevat sivut, kun taas ylläpidetyn tietokannan hakukone löytää ainoastaan tietokannassa olevat dokumentit. Toisaalta, koska tietokantaan lisätään dokumentit käsin, antaa se hyvät mahdollisuudet sisällönkuvailuun. Tällöin asiantuntijat voivat kuvailla teoksia avain- ja asiasanoilla, mikä voi helpottaa huomattavasti tiedonhakijan työtä. Lisäksi dokumenttien kuvailu mahdollistaa hakemiston luokittelun ja järjestelyn eri aihepiirien mukaan, mistä on hyötyä, kun käyttäjä selailee hakemistossa.

Automaattiseen ryömijään perustuvissa hakukoneissa tiedon kuvailu ei ole mahdollista siinä muodossa kuin ylläpidetyissä tietokannoissa jo sivumääränkin perusteella. Sen sijaan kuvailu tehdään koneellisesti sanojen ja sivuille johtavien linkkien perusteella. Varsinainen käsin tehty sisällönkuvailu jää verkkosivun tekijän tehtäväksi HTML-kielen META-merkinnöillä. Kuitenkaan mikään taho ei valvo näiden merkintöjen paikkansapitävyyttä tai edes sitä, liittyvätkö kuvailussa käytetyt sanat ollenkaan aiheeseen. Tämän vuoksi niihin ei voi luottaa kuitenkaan täysin. Pelkästään sivun tekijän antaman kuvailutiedon varassa ei käyttäjän kuitenkaan tarvitse olla, sillä useat hakukoneet palauttavat tuloksessaan myös tekstipalasen, jossa on käyttäjän kirjoittama hakusana.

Tiedonhaku on hidasta, koska käytettävissä on lukuisia erilaisia palveluita, joiden aihealueet ovat lähekkäin. Saman hakulauseen voi joutua kirjoittamaan useaan eri palveluun ja tuloksiin voi tulla lukuisia päällekkäisyyksiä, joiden karsimiseen menee aikaa. Tätä voidaan kuitenkin automatisoida erilaisilla tiedonhaku-sovelluksilla. Yksinkertaisimmat sovellukset ainoastaan hakevat samalla hakulausekkeella useasta eri hakujärjestelmästä. Monimutkaisemmissa on selkeästi havaittavissa agenttien peruspiirteitä: oppimista ja keskenäistä kommunikointia.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan, mitä tiedonhakuagentit ovat ja mitkä ovat niiden erikoispiirteitä. Esittelen erilaisia agenttijärjestelmiä ja niitä koskevia tutkimuksia. Tarkastelun kohteena on tekstitiedonhaku. Äänen ja kuvien tiedonhaussa on useita omia erityispiirteitään, joita ei tämän tutkielman puitteissa käsitellä. Tämän lisäksi kerron hajautetusta tiedonhausta, sillä se on tärkeä osa tiedonhakuagenttien toimintaa.

2. Hajautettu tiedonhaku

Tiedonhakija voi usein kohdata ongelmana sen, että hänen on haettava tietoa lukuisista eri paikoista – eri hakukoneilla ja eri tietokannoista. Usein näissä tilanteissa tietokantojen ja hakukoneiden alueet poikkeavat toisistaan ainoastaan pieniä määriä ja myös päällekkäisyyksiä voi esiintyä niin sisällössä

kuin tuloksissakin. Tuloksien vertailu ja päällekkäisyyksien karsiminen on perinteisessä tiedonhaussa käyttäjän vastuulla.

Hajautettu tiedonhaku (*distributed information retrieval*) tarkoittaa tiedonhakua usealla eri hakukoneella eri tietokannoissa tai ryömiöillä [Zhu and Gauch, 2000]. Tällaisia hakukoneita kutsutaan myös metahakukoneiksi (*meta-search engine*) [Chau et al. 2001]. Hajautettu tiedonhaku on yksinkertainen keino laajentaa tiedonhakua ja nopeuttaa sitä. Yksinkertaisimmillaan hajautettuun tiedonhaakuun perustuvan hakusovelluksen voi rakentaa www-lomakkeella, johon kirjoitettu hakulauseke lähetetään useaan hakukoneeseen. Tämän jälkeen tuloksista karsitaan päällekkäisyydet ja näytetään käyttäjälle. Tuloksien perusteella voi järjestelmä myös arvioida löydettyjen dokumenttien relevanssia eli merkittävyyttä. Mikäli sama dokumentti on useassa hakukoneelta tulleessa tulosjoukossa ensimmäisenä, tulkitaan se merkityksellisemmäksi kuin dokumentti, joka on ensimmäisenä ainoastaan yhden hakukoneen tulosjoukossa. Tällaista tekniikkaa soveltaa esimerkiksi Copernic Agent (www.copernic.com).

Hajautettu tiedonhaku tehostaa tiedonhakua. Se antaa suuremman peiton läpikäydyistä verkkosivuista kuin yksittäinen hakukone antaisi. Metahakukoneita on myös helpompi suhteuttaa eri tiedonhakutarpeisiin. On vaikeaa kehittää yksittäistä hakukonetta, joka tyydyttäisi niin yleisen tiedonhaun kuin tarkan yksilöidynkin tiedontarpeen. Hakijan työ helpottuu, kun tämän ei tarvitse lähettää kyselyään useaan eri tietokantaan vaan tälle riittää, että hän käyttää meta-hakukonetta, joka palauttaa löytämänsä dokumentit päättelemässään merkittävyytsjärjestyksessä. [Meng et al., 2001]

Vaikka yksinkertaisimpia hajautettua tiedonhakua toteuttavia järjestelmiä ei selvästi voida luokitella agenteiksi, on se yksi keino laajentaa tiedonhakua ja samalla mahdollisesti nopeuttaa sitä. Tämän lisäksi jotkut agentit käyttävät useita hakukoneita etsiessään tietoa Internetistä.

3. Tiedonhakuagentit

Agentit ovat tietokonesovelluksia, jotka auttavat käyttäjää suorittamaan jonkin tehtävän. Yksinkertaisimmillaan siis agentin kaltaisia toimintoja on jokaisessa ohjelmassa. Esimerkiksi tämän käyttämäni tekstinkäsittelyohjelman automaattinen oikeinkirjoituksen tarkistus ja tiettyjen kirjoitusvirheiden automaattinen korjaus voisivat olla laskettavissa agenttitoiminnoiksi. Samantyyllisesti agentin kaltaisena toimintona voidaan pitää esimerkiksi Googlen ominaisuutta ehdottaa toista kirjoitusasua väärin kirjoitetun hakusanan tilalle sekä ominaisuutta karsia pois niin sanotut stop-sanat (yleisimmät sanat, jotka esiintyvät niin usein, etteivät vaikuta hakuun,

esimerkiksi englannin kielen artikkelit ja prepositiot). Nämä kaksi mainitsemaani agentin toimintoa eivät kuitenkaan ole tämän tutkielman kannalta merkittäviä. Pääasiana tässä tutkielmassa ovat agentit, joita käyttäjät käyttävät tietoisesti tai ne ovat oleellinen osa hakukonetta eivätkä ole vain käyttöliittymään upotettuja helpottavia hyödyllisiä toimintoja. Myöskään tässä tutkielmassa ei keskitytä hakukoneiden (esimerkiksi Google, AltaVista ja niin edelleen) yksityiskohtaiseen toiminnalliseen kuvaukseen, vaikka niiden taustalla toimiva ryömijä sopisi älykkään agentin kuvaukseen.

Tämän tutkielman kannalta on tärkeää määritellä älykäs agentti. Karhula [2001] määrittelee älykkään agentin olevan agentti, joka on autonominen ja kykeneväinen oppimaan ja suorittamaan omissa puitteissaan älyyn liittyviä toimintoja. Tämän lisäksi älykäs agentti voi mahdollisesti kommunikoida toisten agenttien kanssa ja liikkua itsenäisesti verkossa. Nämä ominaisuudet voivat esiintyä yksin tai yhdessä; kaikkia niitä ei vaadita, jotta älykkyyden määritelmä täytyisi agentissa [Karhula, 2001]. Näihin lisäksi vielä tiedonhakuagenteille mahdollisesti tärkeän piirteen: agenteilla voi olla kyky analysoida löytämäänsä tietoa ja toimia saamiensa tulosten perusteella [Chau et al. 2001].

Tiedonhakuagentit voivat olla liikkuvia tai paikallisia. Liikkuva agentti liikkuu eri koneiden ja järjestelmien välillä. Paikallinen agentti toimii ainoastaan yhdellä koneella. Paikalliseksi agentiksi voidaan myös laskea agentit, jotka käyvät käyttäjän pyynnöstä hakemassa tietoa useasta järjestelmästä, mutta eivät muulla tavoin liiku verkossa. Liikkuvan agentin on siis liikuttava verkossa itsenäisesti käyttäjästä riippumatta. Parhaimmillaan nämä agentit myös kommunikoivat keskenään ja sillä tavoin laajentavat itsenäisesti omia tuloksiaan annetun tiedonhakutehtävän puitteissa. [Tuomela 2001]

Seuraavissa luvuissa esittelen erilaisia tiedonhakuagenteja ja niiden erityisominaisuuksia.

4. Tietokannoissa toimivat agentit

Tietokannat ovat suljettuja järjestelmiä, joihin lisätään käsin kaikki dokumentit. Koska lisäys tapahtuu periaatteessa aina ihmisen toimesta, on kaikki lisättävät materiaalit tarkistettu, jolloin materiaali on myös mahdollisesti kuvailtu avaintai asiasanoilla. Rajattu ja yhtenäinen rakenne tietokannassa mahdollistaa hyvinkin tarkkaan räätälöidyt tiedonhakuagentit, jotka on toteutettu juuri kyseistä tietokantaa ajatellen. Kuitenkin, mikäli järjestelmä on toteutettu hyvin ja sen sisältämät dokumentit on kuvailtu riittäväällä tarkkuudella, ei tiedon hakeminen ole yhtä vaikeaa hyvin organisoidusta äärellisestä tietokannasta.

Tämä voi vähentää tarvetta rakentaa hakemista helpottavia järjestelmiä tietokantoihin.

Eräs hyödyllinen piirre, joka voidaan hyvin laskea agentiksi, löytyy useasta eri verkkotietokannasta. Monessa tietokannassa on mahdollisuus saada ilmoitus esimerkiksi sähköpostitse, kun kantaan on lisätty tietyt ehdot täyttävä dokumentti. Tämä vähentää paljon niitä hakuja, joita käyttäjä olisi pakotettu tekemään löytääkseen uudet kiinnostavat artikkelit tietystä aihepiiristä. Tässä tapauksessa agentti ei ole välttämättä älykäs agentti, vaan sille riittää tietokantaan lisättävien dokumenttien tarkkailu ja niistä raportointi käyttäjän antamien ehtojen mukaisesti. Myöskin hyvin yleisesti löytyviä suositteluagentteja voitaisiin pitää eräänlaisina tiedonhakuagentteina. Nämä agentit eivät nekään ole älykkäitä, vaan perustuvat tietokantatiedoille muiden, vastaavia valintoja tehneiden käyttäjien toimille.

5. Internetissä toimivat tiedonhakuagentit

Internetin valtava tietomäärä on hyvin heterogeenista. Www-sivu voi olla millä tahansa kielellä kirjoitettu, eikä tieto edes välttämättä ole tekstimuodossa vaan esimerkiksi video-, ääni tai kuvatiedostoja. Tekstimuotoisen tiedon hakemista vaikeuttaa vielä se, että sitä ei välttämättä ole kirjoitettu länsimaisilla aakkosilla. Kuitenkin, mikäli tekstimuodossa oleva tieto on verkosta saatavilla suoraan (eli eivät ole salasanojen takana tai sivua ei ladata dynaamisesti tietokannasta) on se saavutettavissa eri hakukoneiden ja agenttien ryömijöillä.

Eri hakukoneilla on omat perusteensa asettaa hakutuloksia paremmuusjärjestykseen. Tämä voi vaikeuttaa käyttäjän tiedonhakutehtävää, varsinkin jos tulokset ovat kaukana toisistaan, jolloin käyttäjän on osattava arvioida eri hakukoneiden arvosteluperusteita. [Chau et al., 2001]

6. Tiedonhakuagenttien toimintoja

Tiedonhakuagenteilla on useita keinoja avustaa käyttäjää tiedonhaussa. Kuitenkaan kaikkia tässä lueteltuja keinoja ei löydy välttämättä samasta agentista, eikä niiden käyttö yhdessä välttämättä olisikaan asianmukaista.

Kuten olen jo maininnut, useat agentit käyttävät hyväkseen hajautettua tiedonhakua. Agentit käyttävät useita eri hakukoneita kerätessään tietoa käyttäjälle ja kokoavat tuloksista listan, jonka järjestys riippuu käytettyjen hakukoneiden vertailluista tuloksista. Tämä kuitenkin on vasta pieni osa agenttien käyttämistä keinoista. Mikäli agentti hakee Internetistä tietoa käyttäjän antamien hakutermien perusteella, agentti todennäköisesti käyttää jotain valmiita hakukoneita omaan tiedonhakuunsa.

6.1. Tarkkailu ja suodattaminen

Käyttäjä voi käskää agentin tarkkailemaan jotain tiettyä sivua tai palvelua verkossa. Kun sivun sisältö muuttuu, agentti ilmoittaa tästä käyttäjälle esimerkiksi sähköpostiin tai erilliselle verkkosivulle. Näiden lisäksi järjestelmä voi tarkkailla tietyn kategorian alle kuuluvia otsikoita sivuilta ja näin suodattaa (*filter*) käyttäjälle tietoja tämän toivomista aiheista. [Chau et al. 2001]

Tällainen agentti ei ole vielä kovin älykäs. Se voi tarkkailla kyllä vapaasti valittavaa (tekstimuodossa olevaa) sivua, mutta se ei välttämättä kuitenkaan tee mitään älykkään agentin tunnusmerkkejä täyttäviä toimia. Kuitenkin näihinkin agentteihin voidaan lisätä älykkäitä piirteitä. Suodattamisen ei välttämättä tarvitse olla ennakkoon määrättyä, vaan se voi perustua oppimiseen, eli agentti tarkkailee käyttäjän toimia ja valitsee niiden mukaan suodatettavat kategoriat [Chau et al. 2001].

Varsinkin yksinkertaisia seurantapalveluita on runsaasti. Erilaisten uutissivustojen seuraamiseen tarkoitettujen sivujen määrä on kasvanut viime aikoina. Tähän on varmasti vaikuttanut RSS-virran (Really Simple Syndication), eräänlaisen tiedonvälityspalvelun, yleistymisen sivustoilla. Sivustot tarjoavat virran avulla käyttäjälle lukijaan koko ajan päivittyviä otsikkotietoja, jotka toimivat linkkeinä omaan artikkeliinsa. Virtaa voidaan lukea esimerkiksi Mozillan Firefox-selaimella. Suomalaisista uutispalvelimista esimerkiksi yleisradio (www.yle.fi) ja Helsingin sanomat (www.helsinginsanomat.fi) tarjoavat uutisotsikoitaan RSS-virran avulla luettavaksi. Lisäksi eräänlaiset seurantasivut ovat yleistyneet (esimerkiksi: www.ampparit.com ja www.blogilista.fi), vaikka näiden sivujen toiminta ei välttämättä perustukaan RSS-virtaan. Kuitenkaan nämä agentit eivät ole älykkäitä; ne ainoastaan seuraavat määrättyä sivua, eivätkä opi käyttäjän toimista mitään. Tässä mielessä ne muistuttavat paljon tietokannoissa toimivia agentteja, jotka seuraavat uusien dokumenttien ilmestymistä, ja ilmoittavat kiinnostavaksi merkitystä aiheesta tulevien dokumenttien ilmestymisestä käyttäjälle.

6.2. Luettelointi ja kategorisointi

Agentit voivat luetteloida löytämiään sivuja ja dokumentteja. Tämä voidaan tehdä myös automaattisesti riittävän hyvin verrattuna ihmisen tekemään luettelointiin. Löydetty dokumentti analysoidaan koneellisesti ja siitä poimitaan avainsanat tai pyritään asiasanoittamaan mahdollisen asiasanaston mukaisesti. Tämän lisäksi agentti voi luokitella löytämänsä artikkelit eri aihealueisiin analysoimalla dokumenttien sisältöä.[Chau et al. 2001]

Nämä agentit ovat selkeästi jo älykkäitä, sillä ne analysoivat erilaisia dokumentteja eivätkä esimerkiksi vain seuraa passiivisesti tapahtuuko

seurattavalla sivulla muutoksia. Myös näitä ominaisuuksia on mahdollista käyttää tietokannoissa, jonne ne voisivat sopia hyvinkin, sillä tietokannoissa olevat dokumentit ovat huomattavasti enemmän samankaltaisia keskenään kuin Internetissä sijaitsevat eri tiedostot. Näiden lisäksi, mikäli agentit pystyvät kokoamaan jonkinlaisen tiivistelmän artikkelista, voidaan jo huomattavasti nopeuttaa hakuprosesseja tietokannoista ja Internetistä.

Kategorisoinnilla ja luetteloinnilla on tärkeä osuus silloin, kun haettavat sanat eivät ole yksikäsitteisiä. Sana 'rock' voi viitata, asiayhteydestä riippuen, muun muassa musiikkityyliin tai kiviin ja kallioihin. Aihealueisiin jako selkeyttää heti hakutuloksia, joissa on mukana runsaasti eri aihealueiden sivuja ja dokumentteja. Kategorisointi vaatii sen, että tiedonhaun tapahduttua löydetyt dokumentit käydään koneellisesti lävitse ja nämä analysoidaan sisältämien sanojensa perusteella. Sisällöstä löytyneitä avainsanoja verrataan mahdollisesti järjestelmän omaan semanttiseen sanastoon. [Cesarano et al. 2003]

Agentti voi myös analysoida jo löydettyjä dokumentteja ja poimia niiden avainsanoja. Näitä tietoja agentti voi käyttää luokitellessaan käyttäjän dokumentteja ja sen jälkeen suorittaa tiedonhaun näiden perusteella joko käyttäjän muihin dokumentteihin tai tietokantoihin [Bauer and Leake, 2001].

6.3. Yhteistyö eri agenttien välillä

Agenttien ei tarvitse välttämättä olla yksittäisiä toimijoita käyttäjän ja hakukoneen tai tietokannan välissä. Verkossa liikkuvat agentit voivat kommunikoida keskenään, mikäli niiden ohjelmointi sen mahdollistaa. Choi and Yoo [1998] esittelevät tutkimuksessaan agentin, joka myös kommunikoi muiden samanlaisten agenttien kanssa. Tämän lisäksi agentti käyttää hakukoneita etsiessään tietoa. Agentit suorittavat kyselyn omalle hakukoneelleen, mutta myös kyselevät rinnakkaiselta agentilta, joka kyselee omalta hakukoneeltaan ja toisilta agenteilta ja niin edelleen. Nämä tulokset palautetaan käyttäjälle, jolla on mahdollisuus kouluttaa järjestelmää määrittämällä kuinka relevantteja löydetyt dokumentit ovat.

Agenttien yhteistyö verkossa vähentää yhden agentin tehtäviä ja lisää käytettävien hakukoneiden määrää. Lisäksi, mikäli agentteihin ohjelmoidaan tehokkaita tiedon kategorisointipiirteitä, voidaan saada hyvinkin tarkasti lajiteltuja tuloksia. Mikäli agenttien ei tarvitse välttämättä olla saman käyttäjän agentteja, vaan mitkä tahansa agentit (samaa laatua olevat) kelpaavat, voisivat ne laajeta hyvinkin laajaan käyttöön. Jokaisella käyttäjällä siis olisi oma

henkilökohtainen hakuagentti, jotka kommunikoisivat keskenään, mikäli käyttäjillä olisi riittävän samankaltainen tiedontarve. Voi kuitenkin olla, että tällaisen joka puolelle levinneen agenttijärjestelmän toteutuminen on vielä hyvin kaukana. Teknologisesti se voisi olla mahdollinen, mutta sen lisäksi olisi saatava riittävästi käyttäjiä, jotta vertaisagentit toimisivat, kuten niiden olisi tarkoitus. Tämän lisäksi voi vastaan tulla myös ongelmat Internetin rakenteessa; todella suuri määrä agenteja voisi hidastaa verkon toimintaa tuntuvasti.

Agenttien ei välttämättä tarvitse kerätä tietoa vain toisilta agenteilta, vaan voivat myös jakaa tietoa, mitä toiset käyttäjät ovat mahdollisesti löytäneet. Samassa työryhmässä samaa tavoitetta kohti työskennellessä on järkevää jakaa toisillekin, jotta heidän ei välttämättä tarvitse hakea samoja tietoja, mitä jo muut ovat löytäneet. Tietoa voidaan jakaa hyvin esimerkiksi käyttäjän kokoamista selaimen kirjanmerkeistä. Agentti analysoi kirjanmerkeistä löytyviä linkkejä ja asettaa ne omiin kategorioihinsa. Tämän jälkeen agentti vertaa muiden ryhmän jäsenten (ja agenttien) kirjanmerkkejä ja niiden kategorioita ja sen perusteella ehdottaa käyttäjälle niiden lisäämistä omaan listaan. [Chen et al., 2000]

Chen et al.:in [2000] esittämä agentti on hyvä esimerkki ryhmätyön tukemisesta. Kun useat käyttäjät hakevat tietoa saman aihepiirin asioista, eri paikoista, agentit kokoavat näistä eräänlaista yhteistä kirjanmerkkilistaa. Tämä on sinänsä rinnastettavissa hajautettuun tiedonhakuun, sillä tietoa haetaan useista eri paikoista eri hakijoiden toimesta. Tällä kertaa toimijoina ovat eri henkilöt hakukoneen tai tiedonhakuagentin asemasta.

6.4. Agenttien oppiminen

On suotavaa, että agentti ei toimi pelkästään ohjelmoijan ennalta ohjelmoitujen asetusten mukaan, vaan agentin olisi hyvä oppia senhetkisen käyttäjän tapoihin ja tottumuksiin. Agenttien on siis yleensä tarkkailtava käyttäjän toimia tai ainakin pyydyttävä palautetta omista toimistaan ja näiden perusteella muokattava omia painotuksia ja tiedonhakukohteita.

Agenttia voidaan opettaa tiedonhaussa. Käyttäjän antaessa hakutehtävän, agentti hakee tämän hakutehtävän täyttävät dokumentit verkosta ja tämän jälkeen pyytää käyttäjältä palautetta, mitkä tuloksessa olleet dokumentit olivat käyttäjän kannalta relevantteja. Näiden perusteella agentti pyrkii sen jälkeen palauttamaan relevanttien dokumenttien kanssa samankaltaisia tuloksia. [Choi and Yoo, 1998]

Agentin ei kuitenkaan tarvitse välttämättä odottaa käyttäjän palautetta toimiinsa. Se voi toimia sen mukaan, mitä tilanne vaatii kesken tiedonhaun.

Menczer et al. [2004] kertovat agentista, joka järjestee tarpeen mukaan löytämiään dokumentteja eri kategorioihin avainsanojen yhdistelmien perusteella. Rock -sana voi mennä kontekstista riippuen musiikin tai kallioiden kategoriaan. Tällöin agentti siis toimii riippuen siitä, mitä se löytää hakiessaan. Mikäli hakulauseke on yksikäsitteinen, agentti ei joudu jakamaan useampiin kategorioihin, mutta jos sanalla/sanoilla on useampia merkityksiä, jako tehdään. Tämän lisäksi agentti oppii laajentamaan hakua, mikäli se katsoo sen aiheelliseksi. Mikäli siis samoja avainsanoja esiintyy useassa eri dokumentissa tekee agentti haun myös näillä hakusanoilla. Tämä voi säästää käyttäjältä ison vaivan tietoa hakiessa, sillä usein tiedonhaussa voi joutua laajentamaan hakuaan ensiksi löydettyjen dokumenttien perusteella hakusanoilla, joita ei ensin olisi välttämättä tullut ajatelleeksi.

7. Agenttien arviointi

Agenttien arviointi ei sinänsä poikkea kovin paljoa normaalin tiedonhaun tehokkuuden arvioinnista, sillä loppujen lopuksi oleellinen seikka on se, miten tehokkaasti tiedonhakuagentti hakee toivottuja dokumentteja Internetistä tai tietokannoista. Tiedonhaun oleellisin piirre on se, löytyykö hakuehdoilla käyttäjän kannalta oleellisia tuloksia. Näitä on yleisesti mitattu *saannilla* ja *tarkkuudella*. Näitä suureita käyttivät myös Chau et al. [2001] tutkimuksessaan vertaillen kahta tiedonhakuagenttia.

Saanti kertoo sen, kuinka paljon kaikista halutuista dokumenteista loppujen lopuksi saadaan hakutulokseen. Saannin numeroarvo saadaan lausekkeesta $Saanti = \frac{Löytyneet\ relevantit\ dokumentit}{Relevantteja\ dokumentteja\ yhteensä}$. Kun tarkkuus saa arvonsa yksi, on saanti täydellinen. Saanti kuitenkin on vaikeaa laskea varsinkin avoimessa Internetissä, missä ei tiedetä relevanttien dokumenttien määrää. Tietokannoissakaan ei ole tilanne saannin laskemisen kannalta paljoa parempi. Käytännössä, jotta saannin tarkka arvo saataisiin laskettua, täytyisi kaikki tietokannan dokumentit analysoida. Tällöin tiedonhaku olisi jo hyödytöntä, koska kaikki dokumentit tunnettaisiin jo. Tämän vuoksi saannin laskemisessa relevanttien dokumenttien määrästä joudutaan käyttämään arvioita. Arvioiden tekeminen voi helpottua vertailemalla eri hakujärjestelmien palauttamia tuloksia.

Toinen tiedonhaun arvioimiseen käytettävä suure on tarkkuus. Se kertoo nimensä mukaisesti siitä, kuinka tarkka haku on ollut. Tarkkuus ottaa kantaa hakutulosten oleellisuuteen. Se lasketaan kaavan $Tarkkuus = \frac{Relevantteja\ dokumentteja\ tuloksessa}{Tuloksia\ yhteensä}$ mukaan. Tarkkuus on sitä parempi, mitä lähempänä tarkkuuden arvo on lukua yksi. Tarkkuus siis ottaa kantaa itse haun tehokkuuteen. Tarkkuuden laskeminen on mahdollista, sillä hakujen

tulosjoukko on rajallinen. Toki tähän voi mennä aikaa, sillä tavallinen hakukone voi palauttaa jopa miljoonia tuloksia hakuehdoilla. Tarkkuutta varten on kuitenkin käytävä tuloksista saadut dokumentit läpi ja arvioitava niiden relevanssi. Pienellä tulosmäärällä tämä on jo mahdollisuuksien rajoissa.

Nämä kummatkin suureet ovat täysin riippuvaisia käyttäjästä. Käyttäjähän joka tapauksessa määrittelee itselleen sen, mikä on relevantti dokumentti ja mikä ei. Lisäksi, tuskin kukaan käyttäjä ryhtyy käymään läpi kaikkia löytyneitä dokumentteja löytääkseen mahdollisesti kaikki vähänkään relevantit hakutulokset. Kuitenkin, mikäli hakukoneiden järjestelysäännöt toimivat riittävän hyvin, sijoittuvat (liki) kaikki vähemmän relevantit dokumentit listan loppupäähän. Tällöin voidaan jo varsin hyvin päätellä, kuinka tarkka haku on ollut.

Niin hakukoneissa kuin tiedonhakuagenteissa on myös muita piirteitä, joita voidaan arvioida. Hakukoneet toimivat yleensä varsin nopeasti; Googlessa hakulause käsitellään alle sekunnissa. Hakuagentit puolestaan voivat hakea useilla eri hakukoneilla ja mahdollisesti kysellä muilta agenteilta hakutuloksia. Tämän lisäksi ne mahdollisesti analysoivat tarkemmin hakutuloksina tulleita dokumentteja, joten hakuagentit voivat toimia hitaastikin. Tällöin on toimintojen oltava niin hyödyllisiä ja toimivia, että käyttäjä haluaa odottaa tuloksia pitempään kuin normaalilla hakukoneella. Tämän lisäksi, kuten kaikissa muissakin tietokoneohjelmissä, normaalit käyttöliittymää koskevat vaatimukset pätevät – ohjelmiston on oltava helppokäyttöinen. Tiedonhakua varten käyttäjä tuskin haluaa taistella hankalan käyttöliittymän kanssa, varsinkin, jos tiedonhakua varten ei ole käytettävissä paljoa aikaa.

7.1. Agenttien vertailua

Chau et al. [2001] vertailevat artikkelissaan kahden tiedonhakuagentin toimintaa. Toinen agenteista oli verkkoryömijä CI Spider, joka on ryömijä, joka hakee annetulta verkkosivustolta hakulauseen mukaisia tuloksia. CI Spideriä verrattiin Lycos-hakuun (<http://www.lycos.com/>) ja sivuston sisäistä selailua ja selaimen hakutoimintaa. Testissä käytettiin molempia, pientä ja laajaa verkkosivustoa. Arvioitavat seikat olivat saanti, tarkkuus, nopeus ja käytettävyys. Näistä kaikki paitsi käytettävyys ovat suoraan laskettavissa suorituksen aikana. Koska kyseessä on rajattu sivumäärä, on myös mahdollista käyttää saantiin ja tarkkuuteen tarkkoja arvoja. Käytettävyyttä arvioitiin siten, että käyttäjät antoivat numeroarvon käytettävyydelle testin jälkeen. [Chau et al., 2001]

Testissä parhaiten menestyi CI Spider, joka sai parhaimman tuloksen kaikissa muissa testeissä paitsi nopeudessa, jossa parhaiten menestyi pelkän

selaimen toimintojen käyttäjät. Nopeustestissä CI Spider jäi viimeiseksi saaden tulokseksi hieman yli kymmenen minuuttia, kun nopeimmalla, pelkän selaimen toiminnoilla tulos oli noin kahdeksan ja puoli minuuttia. Tilastollisesti tarkasteltuna (t-testi viiden prosentin merkittävyydestä) CI Spider oli tilastollisesti merkittävästi parempi kuin Lycos-haku muissa paitsi nopeudessa. Vaikka CI Spider jäikin viimeiseksi aikavertailussa, ei siinä syntyneet erot olleet merkittäviä tilastollisesti. [Chau et al., 2001]

Toinen vertailtu tiedonhakuagentti oli Meta Spider, joka toimii metahakukoneen tavoin etsien tietoa usealla eri hakukoneella. Vertailussa oli mukana verkossa toimiva metahakukone MetaCrawler (www.metacrawler.com) ja Northern Light -hakukone (hakukone ei ole enää käytössä vapaasti). Koehenkilöt saivat tehtäväkseen laatia tiivistelmä annetuista teemoista. Hauista tarkasteltiin niiden tarkkuutta, saantia ja niihin kulunutta aikaa. [Chau et al., 2001]

Meta Spider menestyi testissä hyvin. Se oli nopein ja sen tarkkuus oli paras. Meta Crawler oli hieman parempi kuin Meta Spider saannissa. Kuitenkin ainoastaan yksi vertailu oli tilastollisesti merkittävä (t-testi viiden prosentin merkittävyydestä): Meta Crawlerin haut olivat merkittävästi tarkempia kuin Northern Light -hakukoneen. [Chau et al., 2001]

8. Yhteenveto

Internetin valtavasta tietomäärästä voi olla vaikea löytää haluamansa tieto. Käyttäjälle voi tietoa hakiessa tulla vastaan loputon määrä tuloksia, jotka koskevat useita täysin eri aihealueita. Tieto voi myös olla hajallaan eri tietokannoissa, jolloin helponkin hakutehtävän suorittamiseen voi mennä paljon aikaa vain sen takia, että samat tehtävät, hakeminen ja tulosten käsittely, pitää tehdä useassa eri paikassa. Tiedonhaku on hyvin laaja kokonaisuus, jonka hallitseminen ei ole helppoa. Yksinkertaisten tiedonhakujen tekeminen varmasti onnistuu kaikilta, mutta jo tulosten läpikäynti voi olla raskasta, mikäli hakutuloksia löytyy tuhansia.

Tiedonhakuagentteja on kehitetty auttamaan käyttäjiä tiedonhakutoiminnoissa. Yksinkertaisimmillaan ne ainoastaan hakevat annetulla hakulauseella useammasta paikasta eri tietokannoista tai usealla eri hakukoneella. Tämän jälkeen agentti kokoaa saatujen tulosten perusteella yhteenvedon tuloksista. Useammalla hakukoneella alkupään tuloksista löytyneet dokumentit arvioidaan tärkeämmäksi kuin ne, jotka löytyvät harvemmillä hakukoneilla.

Kehittyneemmällä tiedonhakuagenteilla on jo selvästi agentinkaltaisia

piirteitä. Agenteilla voi olla yksi tai useampia itsenäisen älykkään agentin ominaisuuksista. Ne voivat liikkua itsenäisesti verkossa ja toimia saamiensa tietojen mukaan esimerkiksi kategorisoimalla monimerkityksisten hakusanojen tuottamat tulokset omiin kategorioihinsa. Agenttien ei välttämättä tarvitse toimia yksin, vaan ne voivat kommunikoida toisten agenttien kanssa ja jakaa löytämiään tietoja niille. Agentit voivat myös tarkkailla käyttäjän toimia tai dokumentteja ja päätellä sen mukaan, mitä tietoja käyttäjä mahdollisesti tarvitsisi. Selaimen tietyn aihepiirin kirjanmerkkien jakaminen työryhmän kesken voi vähentää työmäärää, jonka jokainen joutuu tekemään ja toisaalta myös laajentaa tiedonhakua, koska eri käyttäjät käyttävät mahdollisesti hyvinkin eri lähteitä tietoja hakiessaan [Chen et al., 2000]. Sinänsä agenttien ominaisuuksien kirjo on laaja. Ominaisuuksia voidaan jalostaa eivätkä tässä työssä esiteltyt ominaisuudet varmasti ole ainoita tiedonhakuagenttien ominaisuuksia. Ominaisuuksia voidaan yhdistää toisiinsa ja saada jälleen täysin erilainen agenttiohjelma.

Kuitenkaan tiedonhakuagentit eivät ole vielä kovin yleisiä. Ainoastaan hajautettua tiedonhakua toteuttavia sovelluksia on kaupallisesti laajemmalti tarjolla. Hajautetun tiedonhaun toteuttaminen onkin teknisesti helpompaa, sillä se ei välttämättä vaadi muuta kuin lomakkeen, joka lähettää tiedon useammalle eri hakukoneelle. Agenttien yleistymisen vaatisi hyvin toimivan ja helppokäyttöisen sovelluksen, joka selkeästi helpottaisi ja nopeuttaisi jokapäiväisiä tiedonhakuprosesseja. Vielä kuitenkin taitaa normaalin hakukoneen hakulomake riittää käyttäjille niin tulostensa kuin varsinkin nopeutensa puolesta.

9. Viiteluettelo

- [Bauer and Leake, 2001] Travis Bauer and David B. Leake, Information Retrieval and Text Mining: Real time user context modeling for information retrieval agents. In: *Proceedings of the tenth international conference on Information and knowledge management*, 568-570.
- [Cesarano et al. 2003] Carmine Cesarano , Antonio d'Acierno and Antonio Picariello, An Intelligent Search Agent System for Semantic Information Retrieval on the Internet. In: *Proceedings of the 5th ACM international workshop on Web information and data management*, 111-117.
- [Chau et al., 2001] Michael Chau, Daniel Zeng and Hinchun Chen, Personalized spiders for web search and analysis. In: *Proceedings of the 1st ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, 79-87.
- [Chen et al., 2000] James R. Chen, Shawn R. Wolfe and Stephen D. Wragg, A distributed multi-agent system for collaborative information management

and sharing. In: *Proceedings of the ninth international conference on Information and knowledge management*, 382-388.

- [Choi and Yoo, 1998] Yong S. Choi and Suk I. Yoo Multi-agent learning approach to WWW information retrieval using neural network. In: *Proceedings of the 4th international conference on Intelligent user interfaces*, 23-30.
- [Karhula, 2001] Päivikki Karhula, Agentit tietopalvelutyön tukena. Kirjassa: Päivikki Karhula (toim), *Agentit tietotyön tukena*. Eduskunnan kirjasto, 2001, 21-47.
- [Menczer and Belew, 1998] Filippo Menczer and Richard K. Belew, Adaptive information agents in distributed textual environments. In: *Proceedings of the second international conference on Autonomous agents*, 157-164.
- [Menczer et al., 2004] Filippo Menczer, Gautam Pant and Padmini Srinivasan, Topical web crawlers: Evaluating adaptive algorithms. In *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT)*, **4**, 4 (Nov. 2004), 378-419.
- [Meng et al., 2001] Weiyi Meng, Zonghuan Wu, Clement Yu and Zhuogang Li, A highly scalable and effective method for metasearch. In: *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, **19**, 3 (Jul. 2001), 310-335.
- [Tuomela, 2001] Elina Tuomela, Mikä on älykäs agentti? Kirjassa: Päivikki Karhula (toim), *Agentit tietotyön tukena*. Eduskunnan kirjasto, 2001, 11-20.
- [Zhu and Gauch, 2000] Xiaolan Zhu and Susan, Gauch Incorporating quality metrics in centralized/distributed information retrieval on the World Wide Web. In: *Proceedings of the 23rd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 288-295.

Anonymiteetti World Wide Webissä

Esa Karvanen

Tiivistelmä.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan mitä jälkiä tavallisesta World Wide Webin käyttäjästä jää maailmalle sekä tutustutaan anonymiteettiä parantaviin tekniikoihin kuten Anonymizer, Crowds ja sipulireititys.

Avainsanat ja -sanonnat: Anonymiteetti, WWW.

CR-luokat: C.2.2, C.2.6

1. Johdanto

World Wide Web eli lyhyemmin ja tutummin WWW on Internetteknologia, joka koostuu web-palvelimista ja niillä olevista web-sivuista. WWW:n kehitti Tim Berners-Lee vuonna 1989, ja ensimmäinen toimiva järjestelmä liittyi Internetiin vuonna 1990. Internet on kasvanut valtavalla nopeudella joka vuosi ilmestymisensä jälkeen ja sillä on ennustusten mukaan jo lähes miljardi [How Many People Use the Internet?, 2005] käyttäjää maailmanlaajuisesti, joista lähes kaikki käyttävät sen suurinta ja tunnetuinta osaa, World Wide Webiä.

Anonyymiys tarjoaa ihmisille mahdollisuuden kertoa mielipiteitään nimettömänä, nimimerkillä tai esiintyä kokonaan eri henkilönä kuin oikeasti on pelkäämättä joutuvansa yhteisön silmätikuksi tai muuten halveksuttavaksi. Se myös estää identiteettisi yhdistämisen tekemiisi toimiin. Anonyymiydessä on kuitenkin myös huonot puolensa. Täydellinen anonymiteetti takaisi rikollisille mahdollisuuden tehdä rikoksia jäämättä kiinni. Nimimerkkien takaa esiintyminen johtaa myös helposti käytöksen huononemiseen ja hyvien tapojen unohtamiseen.

Nykyään kun WWW:n käyttäjiä on satoja miljoonia ja kasvulle ei näy rajoja ja verkkosivut keräävät suunnattomat määrät tietoja käyttäjistään, ihmiset ovat alkaneet oikeasti miettimään mahdollisuuksia anonymiteettinsa parantamiseen. Erialaisten haku- ja indeksointipalvelujen vuoksi se mikä kerran World Wide Webiin ilmestyy, ei sieltä oikeastaan koskaan häviä, joten on oikeasti tärkeää mitä ja millä henkilöllisyydellä verkossa tekee [Netiketti, 2005]. Esimerkiksi verkkokaupoissa joissa esiinnyttään oikealla nimellä, kaupat keräävät tietoja asiakkaistaan ja soveltavat näitä tietoja sitten tarjoamalla asiakkaalle juuri niitä tuotteita joista hän on ollut kiinnostunut. Moni voi pitää tätä hyvänä ominaisuutena, mutta haluammeko oikeasti, että ostohistoriamme on nähtävissä jostakin tai, että meidät voidaan suoraa yhdistää sivustoihin missä vierailimme? Ihmisillä on yksityisyydensuoja reaali maailmassakin, joten

miksei siis myös verkossa liikkuessamme? WWW:ssä toteutuva ja mahdollinen anonymiteetti on siis hyvin tärkeä aihe.

Aloitin tutkimukseni kertomalla mitä jälkiä tavallisesta WWW:n käyttäjästä jää, jonka jälkeen kerron mahdollisuuksista ja tekniikoista estää näiden jälkien jääminen. Tekniikoiden osalta tutkin mitä ongelmia niissä on ja lopuksi vedän yhteen johtopäätökset esitellyistä asioista.

2. Surffauksen jäljet

Käyttäjän surffauksesta jää jälkiä eri puolille Internetiä, mutta sen lisäksi myös hänen omalle koneelleen. Kannattaakin olla tietoinen mahdollisista jäljistä joita peräänsä jättää ja ymmärtää mitä tietoja voi itsestään antaa ja mitä ei.

2.1. Mitä tietoja surffaajasta selviää

Jokaisesta käyttäjän tekemästä hakupyynnöstä kirjautuu pyynnön vastaanottavalle palvelimelle merkintä. Merkinnän sisältämä tieto riippuu käytettävästä palvelinohjelmasta, mutta ainakin seuraavat tiedot on mahdollista saada selville: IP-osoite, referer, user agent, selaimen kielitoivomus, ikkunan koko ja näytön tarkkuus, onko käyttäjä lisännyt sivuston kirjanmerkiksi ja milloin käyttäjä on viimeksi käynyt sivustolla [Järvinen, 2003]. Seuraavaksi tarkastellaan näitä hieman tarkemmin.

IP-osoite, joka palvelimen lokiin tallentuu, ei välttämättä ole käyttäjän oman koneen IP-osoite. Kyseessä voi olla esimerkiksi palomuurin, reitittimen tai välityspalvelimen osoite. Tämän päivän perusliittymissä on lähes aina vaihtuvat IP-osoitteet joka suojaa kotikäyttäjää, koska ainoastaan operaattori tietää kenellä IP-osoitteet milloinkin ovat. Vaihtuvan osoitteen takana olevan käyttäjän toimia on paljon vaikeampi seurata, koska IP-osoitetta ei voida käyttää varmasti yksilöivänä tietona.

Referer-kentässä on tieto siitä, miltä sivulta kyseiselle sivulle on tultu. Normaalisti tämä tarkoittaa siis sitä, minkä sivun linkkiä käyttäjä on painanut päästäkseen kyseiselle sivulle. Referer-tieto kertoo siis palvelimen ylläpitäjälle sen, miltä sivuilta on olemassa linkkejä omaan palveluun. Hakukoneiden yhteydessä kentästä nähdään myös haettu hakusana millä palveluun on löydetty. Esimerkiksi tässä on etsitty tietoa Kekkosesta ja päädytty tulosten kautta ylläpitäjän sivustolle:

<http://www.google.fi/search?hl=fi&q=Kekkonen>

User Agent tarkoittaa käytännössä selainta. Nimitystä käytetään kuitenkin sen vuoksi, että osa sivuilla käyvistä järjestelmistä ei ole selaimia sanan varsinaisessa tarkoituksessa, vaan esimerkiksi robotteja jotka indeksoivat sivustoja. User Agent-kenttä kertoo selaimen valmistajan ja versionumeron sekä selaimesta riippuen myös muitakin tietoja kuten esimerkiksi käyttöjärjestelmän ja selaimen kielen. Vaikka kenttää ei juurikaan voi pitää turvallisuusriskinä, joissakin selaimissa ja erilaisilla apuohjelmilla sen voi väärentää.

Selain voi lähettää palvelimelle kielitoivomuksen, jonka perusteella palvelin voi palauttaa oikeankielisen sivuston. Skriptikielillä on mahdollista kysyä käyttäjän koneelta ikkunan koko ja näytön tarkkuus, joiden avulla voidaan sitten muokata sivustoa käyttäjälle paremmin sopivaksi. Palvelimen lokeihin tallentuva haku favicon.ico:sta tarkoittaa sitä, että kävijä on tallentanut sivuston kirjanmerkkeihinsä. Käyttäjän viime käynti palvelussa taasen nähdään kekseistä, joita käyttäjän koneelle voidaan tallentaa. Keksit ovat muutenkin tehokas tapa seurata käyttäjän toimia, joten tarkastellaan seuraavaksi niitä vähän tarkemmin.

2.2. Keksit

Keksit (cookies) kehitettiin alunperin käyttäjän avuksi, mutta niistä on tullut uhka tietoturvalle ja anonymiteetille. Käyttäjän saapuessa sivustolle palvelin saattaa lähettää HTTP-protokollan mukaisen keksin, jonka käyttäjän selain ottaa vastaan, jos käyttäjä ei sitä ole estänyt. Keksejä on istuntokohtaisia (per session) ja pysyviä (persistent). Istuntokohtaiset keksit säilyvät kunnes selain suljetaan. Pysyviin kekseihin voidaan määrittää voimassaoloaika tai jättää se pois jolloin ne pysyvät tallessa ikuisesti.

Keksejä tarvitaan esimerkiksi tunnistamaan käyttäjä eri käyttökertojen välillä sekä luomaan tilat HTTP-protokollan mukaiseen liikenteeseen [Järvinen, 2003]. Vaikkapa verkkokaupan, jossa käyttäjä voi selaila sivuja ja lisätä tavaroita ostoskoriin, toteuttaminen vaatii jonkinlaisen tilakonejärjestelmän, jossa ylläpidetään ostoskorin tilaa. Tähän tarkoitukseen keksit ovat hyvin käyttökelpoisia. Myös saman käyttäjän tunnistaminen eri käyttökertojen välillä säästää aikaa palvelimen jo tietäessä kuka palvelussa on sisällä. Käyttäjän pitää kuitenkin tiedostaa, että kaikki hänen antamansa ja tekemänsä tiedot voivat selvitä keksin sisällöstä.

Yleisesti hyväksytyjä käyttötapoja kekseille ovat kävijöiden laskeminen, ostoskorin mahdollistaminen, sivuston käytön helpottaminen käyttämällä hyväksi käyttäjän jo antamia tietoja sekä erilaiset äänestykset, joissa keksejä käytetään estämään saman henkilön äänestäminen useaan kertaan. Vähemmän

hyväksyttynä käyttötapana kekseillä pidetään kolmannen osapuolen keksejä joita varsinkin mainostajat paljon käyttävät. Eli siis, kun käyttäjä käy jollakin sivulla jossa on jonkun mainostajan mainos, mainostaja lähettää keksin käyttäjän koneelle. Kun käyttäjä sitten käy jollakin toisella sivulla jolla on saman mainostajan mainos, pystyy mainostaja keksin avulla toteamaan kyseessä olevan saman käyttäjän sekä seuraamaan millä sivuilla käyttäjä liikkuu. Jos joku näistä sivuista vaatii rekisteröitymisen ja ilmoittaa keräämänsä tiedot mainostajalle, käyttäjän henkilöllisyys on paljastunut. Myös HTML-muodossa oleviin sähköpostiviesteihin voidaan laittaa mukaan keksi ja käyttäjän avatessa viestissä olevan linkin, pystyy linkin takana olevan sivuston ylläpitäjä lukemaan keksistä käyttäjän sähköpostiosoitteen.

Kun valveutuneisuus keksejä kohtaan lisääntyi ja käyttäjät alkoivat poistamaan niitä käytöstä sekä estämään kolmannen osapuolen keksien vastaanottamisen, tulivat tilalle niin sanotut web bugit [Järvinen, 2003]. Ne ovat yhden pikselin kokoisia yleensä taustaväriin värisiä kuvia. Kuvan hakeminen aiheuttaa palvelimelle hakupyynnön ja palvelimen loki kertoo mistä osoitteesta kuva on ladattu. Web bugeja voidaan laittaa mukaan HTML-muotoisiin sähköposteihin, jolloin palvelimen lokeista voidaan helposti nähdä kuinka moni sähköpostin lukee. Myös lukijan sähköpostiosoite saadaan mukaan hakupyyntöön. Tästä syystä ei koskaan saisi edes avata saamiaan roskaposteja, koska se aiheuttaa yleensä roskapostin lisääntymisen.

2.3. Selaimen jäävät tiedot

Luultavasti tyhmin tapa kertoa muille mitä verkossa tekee on käyttää yleisiä tietokoneita ja jättää välimuisti ja sivuhistoria tyhjentämättä. Koneen käyttäjä voi helposti katsoa sivuhistoriasta millä sivuilla edelliset käyttäjät ovat käyneet ja mahdollisesti jopa selaimen välimuistin kautta nähdä hyvinkin yksityisiä tietoja heistä. Uusissa selaimissa on yleensä käytössä myös niin sanottu automaattinen täydennys (autocomplete), jolloin lomakkeisiin syötetyt tiedot jäävät talteen. Käyttäjä voi katsoa millä hakusanoilla edelliset koneellaolijat ovat hakeneet googlesta tietoja tai nähdä heidän käyttäjätunnuksensa tai sähköpostiosoitteensa. Pahimmassa tapauksessa edellinen käyttäjä on antanut selaimen tallentaa myös salasanaan, jolloin ilkeämielinen ihminen voi kirjautua sisään palveluun toisen tunnuksilla.

3. Anonymiteettitekniikat ja –mahdollisuudet

Anonymiteetin parantamiseen WWW-surffauksessa on useita keinoja, joista toiset ovat yksinkertaisia ja helppoja lähes kenen tahansa käyttää ja toiset hyvinkin teknisiä ja monimutkaisia ratkaisuja. Seuraavaksi tarkastellaan joitakin näistä keinoista.

3.1. Välityspalvelin

Välityspalvelin ohjaa käyttäjältä tulleen pyynnön kohdepalvelimelle itsensä kautta. Tämä tarkoittaa sitä, että kohdepalvelimelle näkyy käyttäjän IP-osoitteen sijasta välityspalvelimen IP-osoite. Välityspalvelimia on monenlaisia, mutta WWW-käyttöön soveltuu yksinkertaiset Web-välityspalvelimet, joissa ainoastaan ohjataan käyttäjän pyyntö palvelimelle ja vastaus taas takaisin käyttäjälle [Greene, 2001]. Ilmaisia välityspalvelimia löytyy sadoittain googletta hakusanoilla "free www proxies".

3.2. Anonymizer

Anonymizer-palvelu toimii käytännössä kuin välityspalvelin, mutta siinä luotettu kolmas osapuoli lähettää http-pyyntö verkkoon käyttäjän puolesta käyttäjän koneelle asennettavan web-palvelimen kautta. Tämä mahdollistaa palvelun käytön vaikka liikenne kulkisikin jo ennestään jonkin välityspalvelimen tai palomuurin läpi jota tavallinen välityspalvelinratkaisu ei mahdollista. Myös liikenne selaimen ja anonymizer web-palvelimen välillä voidaan tehdä salatusti. Eräs maailman tunnetuimmista anonymizerpalveluista on Anonymizer [Anonymizer, 2005], joka tarjoaa Anonymous Surfing tuotettaan hintaan \$29.99 per vuosi. Ilmaisiakin vaihtoehtoja löytyy, mutta niissä vasteajat kasvavat usein sietämättömiksi suuren käyttäjämäärän ja vähäisemmän kapasiteetin vuoksi.

3.3. Crowds

Crowds on järjestelmä, jossa käyttäjän http-pyyntö välitetään palvelimelle usean Crowds-ohjelmaa ajavan käyttäjän joukon avulla. Crowds-ohjelman käynnistyksessä, käyttäjälle luodaan ns. "jondo" (tulee sanoista John Doe jota vastaa suomessa Matti Meikäläinen) joka ilmoittaa joukon muille jäsenille liittymisestään. Kun jondo on hyväksytty joukkoon, se ohjaa palvelimelle suunnatun pyynnön tietyllä todennäköisyydellä (enemmän kuin 50% [Reiter and Rubin, 1999]) satunnaisesti valitulle joukon jäsenenä olevalle jondolle jolla on taas sama todennäköisyys välittää pyyntö joko toiselle jondolle tai

päätepalvelimelle. Prosessin aikana kukaan kukaan jäsenistä eikä palvelin tiedä mistä alkuperäinen pyyntö tuli. Palvelimen vastaus palaa samaa polkua takaisin jondolta jondolle, kunnes ollaan pyynnön lähtöpisteessä jossa jondo palauttaa tiedot käyttäjän selaimelle.

3.4. Sipulireititys

Sipulireitityksessä (onion routing) http-pyyntö lähtee eräänlaisena sipulina, josta matkan varrella olevat sipulireitittimet kuorivat (purkavat) kukin yhden kerroksen sipulissa olevan ohjeen avulla [Goldschlag et al., 1999]. Tarkemmin siis, käyttäjän sipuliedustaja (onion proxy) valitsee polun joidenkin sipulireitittimien kautta kohdepalvelimelle ja rakentaa sipulin polun lopusta alkaen kryptaamalla paketin vuorollaan jokaisen polun varrella olevan sipulireitittimen julkisella avaimella. Mukaan liitetään myös seuraavan reitittimen osoite sekä salausavain. Paketin lähdettyä liikkeelle kukin sipulireititin kuorii sipulista yhden kerroksen paketissa olevan avaimen avulla ja täydentää aina paketin entisen mittaiseksi ennen kuin lähettää sen eteenpäin. Jokaisella reitittimellä on sipulin jättämä tunnistenumero, jonka avulla takaisinpäin kulkevaa sipulia osataan kasvattaa oikein ja lähettämään eteenpäin seuraavalle reitittimelle. Takaisinpäin kulkevaa sipulia ei voida purkaa paluumatkalla, sillä mikään matkan varrella olevista reitittimistä ei pysty muodostamaan sitä kokonaan. Paketin saavuttua käyttäjän sipuliedustajalle se ohjataan normaalisti selaimelle.

Uutta toisen sukupolven sipulireititysverkkoa käyttävä sovellus on nimeltään Tor [Tor, 2005] ja se on vapaasti saatavilla.

3.5. The Lucent Personalized Web Assistant

The Lucent Personalized Web Assistant eli lyhyemmin LPWA, on välityspalvelin, joka samalla mahdollistaa myös anonyymin rekisteröitymisen eri WWW-sivustoille. Käytettäessä LPWA:ta, aina surffaamisen alkaessa käyttäjä syöttää sähköpostiosoitteensa sekä haluamansa salasanan, jonka jälkeen hän voi aloittaa surffaamisen normaalisti. Halutessaan luoda anonyymin tilin haluamaansa palveluun, käyttäjä voi syöttää rekisteröitymislomakkeeseen käyttäjänimeksi koodin \u, salasanaksi koodin \p ja sähköpostiosoitteekseen koodin \@. LPWA luo kryptografisen funktion avulla kyseiselle sivustolle yksilölliset tunnukset koodien tilalle. Käyttäjä ei siis tiedä mitkä tunnukset hänelle on luotu vaan kirjautuu sisään palveluun samoilla \u (käyttäjä) ja \p (salasana) koodeilla. Generoituun sähköpostiosoitteeseen tulleet postit ohjautuvat automaattisesti LPWA:n

palvelun avulla oikeaan sähköpostiisi. Tämä auttaa myös roskapostin torjunnassa, koska jos jonkun palvelun generoitu osoite päätyy roskapostituslistalle, on kyseisen osoitteen kautta tulevat postit helppo torjua oikeasta sähköpostista. [The Lucent Personalized Web Assistant, 2005]

3.6. Käyttäjän omat toimet

Jos tavoitteena ei ole salata liikennettänsä vaan lähinnä pitää oma identiteetti ja verkkokäyttäytyminen erillään toisistaan, on pääosassa käyttäjä itse. Erilaisiin palveluihin rekisteröitymistä varten kannattaa luoda jokin ilmainen sähköpostiosoite ja välttää käyttämästä omaa nimeään palveluissa. Tietojensa valehtelu saattaa rikkoa sivuston käyttöäntöjä joten kannattaa olla tarkkana, mutta useimmiten ainakaan käyttäjien keskuudessa tätä ei pidetä mitenkään erityisen tuomittavana. Selaimen tietoturva-asetuksia kannattaa kiristää ja poistaa ainakin keksit käytöstä. Jos käytettävälle koneelle pääsee myös muita käyttäjiä, sivuhistorian, välimuistin ja automaattisen täydennyksen käytöstä poistaminen tai ainakin tyhjennys istunnon päätteeksi voi olla myös hyvä ajatus.

4. Tekniikoiden ongelmat

Kaikissa anonyymiteettiä parantavissa ratkaisuissa on myös omat ongelmansa. Tarkastellaan näitä samassa järjestyksessä kuin tekniikat esiteltiin.

4.1. Välityspalvelin

Ilmaisten välityspalvelimien osoitteita on Internetissä sadoittain, mutta suurin ongelma niiden käytössä onkin juuri se, että käyttämänsä palvelimeen pitäisi pystyä luottamaan. Käyttäjä ei voi tietää mitä välityspalvelimen ylläpitäjät tekevät tiedoilla jotka heidän palvelimensa kautta kulkevat. Monet välityspalvelimet saattavat myös jättää käyttäjän IP-osoitteen refererenttäänsä, joten kohdepalvelin näkee kuitenkin mistä pyynnöt oikeasti tulevat. Käyttäjän oikea IP-osoite saadaan myös helposti selville esimerkiksi Java- tai Javascript koodilla, joka kysyy käyttäjän osoitetta käyttäen eri porttia kuin http-liikenne yleensä.

Ilmaiset palvelimet ovat usein suorastaan käyttökelvottoman hitaita. Kaupallisten välityspalvelimien kanssa nopeus ja luotettavuus on usein parempi kun käyttäjä näkee palveluntarjoajan käyttöehdoista mitä hänelle luvataan. Välityspalvelinten käyttö yhteydessä, jossa on jo ennestään käytössä jokin välityspalvelin jonka kautta liikenteen pitää kulkea, on myös mahdotonta.

4.2. Anonymizer

Anonymizer-palveluissa on sama ongelma kuin välityspalvelimissa eli palveluntarjoajaan pitää luottaa. Palvelua hankkiessa kannattaa myös tutustua tarkasti siihen mitä anonymizer tekee ja kuinka paljon sen toimintaan voi itse vaikuttaa. Esimerkiksi Anonymizerissa [Anonymizer, 2005], käyttäjä ei voi muuttaa kekseihin liittyviä asetuksia ja perusasetuksilla sivustot jotka vaativat keksituen, eivät toimi lainkaan [Eckert and Pircher, 2001]. Anonymizer-palvelut ovat myös usein huomattavasti tavallisia välityspalvelimia hitaampia.

4.3. Crowds

Crowdsin suurin ongelma lienee se, että täysin viaton käyttäjä voi saada niskoilleen jonkun toisen tekemiset jonka pyynnöt liikkuvat käyttäjän jondolta kohdepalvelimelle. Koskaan ei voi tietää mitä sivustoa juuri sinä sivustojen ylläpitäjän näkökulmasta selaat.

Palomuurit ovat toinen suuri ongelma Crowdsille. Suurin osa yritysten palomuuureista estää sisäänpäin tulevat yhteydet muualle kuin muutama tunnettuun porttiin. Siispä kun palomuurin ulkopuolella oleva jondo yrittää ottaa yhteyttä muurin sisäpuolella olevaan jondoon, paketti ei pääse koskaan perille ja joudutaan luomaan uusi reitti.

Verkossa olevat ajettavat ohjelmat (Java- ja ActiveX sovellukset) muodostavat myös riskin Crowdsille. Nämä ohjelmat voivat ottaa verkkoyhteyksiä suoraa päätepalvelimelle ohittaen siten koko Crowds järjestelmän. Tästä syystä käytettäessä Crowdsia suositellaankin Javan ja ActiveX:n poiskytkemistä selaimen asetuksista [Reiter and Rubin, 1999].

4.4. Sipulireititys

Sipulireitityksen pahin vika on sen hitaus Yhdysvaltojen ulkopuolelta. Tällä hetkellä pystyssä olevan toisen sukupolven sipulireititysverkon noin 30:stä sipulireitittimestä 20 sijaitsevat USA:ssa [Dingledine, 2004], joten kun rakennetaan yhteyttä monien reitittimien kautta, vasteajat kasvavat vääjäämättä kohtuullisen suuriksi.

4.5. The Lucent Personalized Web Assistant

LPWA:n käytössä saattaa tulla ongelmia huonosti toteutettujen verkkosivujen kanssa. Palvelun generoima sähköpostiosoite saattaa esimerkiksi olla hyvin

pitkä ja jos sivustoon on määritelty jokin maksimipituus sille, saattaa rekisteröityminen epäonnistua. LPWA:n generoimissa käyttäjätunnuksissa ja salasanoissa isot ja pienet kirjaimet tulkitaan eri merkeiksi, joten jos palvelussa ei olekaan samoin, saattaa joko rekisteröinti tai sisäänkirjautuminen epäonnistua. LPWA:n kanssa ei myöskään voi käyttää muita välityspalvelimia, joten jos esimerkiksi yhteydentarjoaja vaatii oman välityspalvelimensä käytön, LPWA:n käyttö on mahdotonta.

4.6. Käyttäjän omat toimet

Vaikka käyttäjä huolehtisikin siitä, että hänen omalle koneelleen ei jää mitään tietoja eikä anna oikeita tietojaan verkkopalveluihin, jää hänestä aina jälkiä verkkoon. Tästä syystä haviteltaessa anonymiteettiä, pelkät käyttäjän toimet eivät riitä vaan tarvitaan myös jokin anonymipalvelu tai -tekniikka avuksi.

5. Yhteenveto

Anonymiteetin saavuttaminen WWW:ssä ei ole helppoa. Käyttäjän pitää ottaa huomioon sekä se mitä hänen koneelleen jää että se mitä Internetiin jää. Voidakseen todella pitää lähes täysin omana tietonaan mitä verkossa tekee, pitää käyttäjän osata itse poistaa omalle koneelleen jäävät tiedot sekä käyttää jotain anonymipalvelua peittääkseen tiedot joita verkkoon jää.

Eräs lupaavimmista käsitellyistä anonymitekniikoista on sipulireititys. Tekniikka on oikeasti käytössä ja siinä ei pelkästään peitetä käyttäjän tietoja vaan myös koko liikenne. Jos reitittimiä joskus tulee satoja ympäri maailman, uskon, että sipulireitityksestä kasvaa suuri ja hyvä anonymitekniikka ja -palvelu kaikille ihmisille.

Vaikka tutkimukseni käsitelikin nyt pelkästään WWW:tä ja sitä kautta lähinnä HTTP:ta, monet käsitellyistä tekniikoista on suoraa tai helposti sovellettavissa myös muihin Internetin osa-alueisiin ja protokolliin. Mielenkiintoista olisi ollut tutkia myös mitä täydellisestä anonymiteetistä sitten seuraisi. Tulisiko Internetistä piraattitiedostojen ja lapsipornonvälityksen paratiisi vai pystyttäisiinkö rikollisia kuitenkin jäljittämään ja miten?

Viiteluettelo

- [How Many People Use the Internet?, 2005]
<http://www.bcentral.co.uk/marketing/ebusiness/how-many-people-use-the-internet-what-do-they-use-it-for.msp> (14.4.2005)
- [Netiketti, 2005] <http://www.ippnet.fi/netiketti.htm> (14.4.2005)
- [Järvinen, 2003] Petteri Järvinen, *Tietoturva & yksityisyys*. Docendo, 2003.
- [Greene, 2001] Thomas C Greene, Do-it-yourself internet anonymity. *The Register* (2001)
http://www.theregister.co.uk/2001/11/14/doityourself_internet_anonymity
- [Anonymizer, 2005] <http://www.anomizer.com> (23.2.2005)
- [Reiter and Rubin, 1999] Michael K. Reiter and Aviel D. Rubin, Anonymous Web transactions with crowds. *Communications of the ACM*, **42**, 2 (1999), 32-38.
- [Goldschlag et al., 1999] David Goldschlag, Michael Reed and Paul Syverson, Onion routing for anonymous and private internet connection. *Communications of the ACM*, **42**, 2 (1999), 39-41. Also available from <http://www.onion-router.net/Publications/CACM-1999.pdf>
- [The Lucent Personalized Web Assistant, 2005] <http://bell-labs.com/project/lpwa/>
- [Eckert and Pircher, 2001] Claudia Eckert and Alexander Pircher, Internet Anonymity: problems and solutions. *Proceeding of the International Conference on Information Security, Trusted Information – The New Decade Challenge*, Paris, June 2001, 35-50.
- [Dingledine, 2004] Roger Dingledine, The Free Haven Project, Putting The P back in VPN: An Overlay Network to Resist Traffic Analysis.
<http://blackhat.com/presentations/bh-usa-04/bh-us-04-dingledine.pdf>
- [Tor, 2005] Tor: An anonymous Internet communication system
<http://tor.eff.org/>

Verkoista verkossa – miten opettaa tietoverkkotekniikkaa?

Sari Kinnari

Tiivistelmä

Tutkielma käsittelee tietoliikenneprotokollien ja verkkotekniikan opetusta verkon välityksellä. Tietokoneavusteisella opetuksella voidaan perinteisen luento-opetuksen sijaan tai sen lisäksi tarjota opiskelijalle havainnollisia animaatioita tai tietoliikenneprotokollan simulointiympäristö. Virtuaalisessa verkkolaboratoriossa opiskelijan on mahdollista oppia turvallisessa, mutta aidossa tilanteessa kompleksisia ongelmanratkaisutaitoja. Tutkielmassa esitellään ratkaisuja, joilla verkkotekniikkaa voidaan havainnollistaa ja opettaa.

Avainsanat ja -sanonnat: Verkkotekniikan opetus, tietokoneavusteinen opetus, tietoliikenneprotokolla, tietoverkkosimulaatio, virtuaalinen verkkolaboratorio.

CR-luokat: K.3.1, H.1

1. Johdanto

Etäopetus mahdollistaa ajasta ja paikasta riippumattoman opiskelun. Tekniikan alalla tämä on erityisen haastavaa, sillä tekniikan opiskeluun liittyy yleensä runsaasti itsenäistä tekemistä, kokeilemista, tutkimista ja sen raportointia. Toisaalta verkkokaan ei ole enää pelkkä jakelukanava, vaan kehittynyt väline virtuaalisten yhteisöjen ja ympäristöjen rakentamiseen. Tuoreimmat kasvatustieteelliset teoriat korostavat tutkivaa oppimista ja opiskelijan ongelmanratkaisukyvyyn kehittämistä. Lisäksi opetuksen resurssit ovat aina rajalliset, joten on tärkeää löytää ne keinot, joilla nämä resurssit ovat tehokkaassa käytössä.

Tavoitteenani on tutkia, miten tietoliikennetekniikan alaa opiskelevan ymmärrystä voidaan lisätä animaatioilla, simulaatioilla ja virtuaalilaboratorioiden käytöllä. Millaisia tietoliikenneverkkojen protokolla-animaatioita ja simulaatioita Internetistä löytyy? Miten verkkotekniikkaa voidaan havainnollistaa? Rajaan tutkimuksen ulkopuolelle tavanomaiset tutoriaalit ja muun verkkoon tuotetun oppimateriaalin, jota löytyy runsaasti. Erityisen mielenkiintoisia ovat virtuaaliset verkkolaboratoriot, joissa etäopiskelijat voivat harjoitella tietoliikenneverkon toimintaa, suunnittelua ja rakentamista muilta suljetussa ympäristössä. Selvitän, mitä verkkolaboratori-

oiden rakentamisella saavutetaan ja millaisia kokemuksia muista yliopistoista löytyy. Tutkimukseni näkökulma on siis varsin käytännönläheinen ja deskriptiivinen. Tutkielmani edustaa soveltavaa ja monitieteellistä tietojenkäsittelytieteiden alaan, ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksen piiriin kuuluvaa tutkimusta. Verkkotekniikan opetusoppi voidaan laskea ainedidaktiikkaan kuuluvaksi. Tässä työssä en pyri esittelemään läpikotaisin kaikkia alaan liittyviä pedagogisia mahdollisuuksia, vaan etsin malliesimerkkejä siitä, miten esim. etäopetusta voisi tietoliikennetekniikan alalla toteuttaa.

Luku 2 sisältää tietokoneavusteisen opetuksen, oppimisympäristöjen ja konstruktivistisen oppimiskäsityksen teoriaa. Professorit Maijaliisa Rauste-von Wright ja Johan von Wright ovat tuoneet konstruktivistisen oppimisen näkökulman suomalaiseen koulutusjärjestelmään. Konstruktivistiseen oppimisympäristöön kuuluu mahdollisuus kokeilemiseen ja havainnointiin. David H. Jonassenin [2003] mukaan ongelmanratkaisutaito on tärkeintä, mitä opiskelija voi oppia, mutta tämä monesti unohdetaan käytännön opetustyössä.

Luvussa 3 kuvaan, miten animaatiot tukevat opetusta ja esittelen lyhyesti muutaman verkosta löytyvän toteutuksen.

Luku 4 sisältää muutaman simulaatioesimerkin. Konstruktivistista oppimista tukevaan oppimisympäristöön kuuluu mahdollisuus kokeilemiseen ja havainnointiin. Rauste-von Wrightin [2003] mukaan oppimisen kannalta toimintakeinot voivat olla yhtä tärkeitä kuin toiminnan tavoitteet. Protokollien toiminnan opettaminen simulaatioiden avulla on varsin luontevaa, koska sekvenssikaavioiden ymmärtäminen on avain protokollan toiminnan ymmärtämiseen.

Luvussa 5 esittelen virtuaalisia verkkolaboratorioita, jotka mahdollistavat sinänsä vaikean tekniikan opettamisen ilman, että opiskelijan on tultava fyysisesti paikalle verkkolaboratorioon. Autenttisessa verkkoympäristössä toimivien aktiivilaitteiden konfiguroiminen ja verkon oikean toiminnan varmistaminen vaatii perusasioiden tietämystä, joka opiskelijalla olisi oltava laboratorioon tullessaan, oli se sitten virtuaalinen tai ei. Verkon välityksellä toimimiseen liittyvät aina myös turvallisuuskysymykset. Tässä luvussa selvitän esimerkkien avulla, millaisia nämä verkkolaboratoriot voisivat olla. Pyrin selvittämään myös, mitä tällainen projekti käytännössä vaatisi sen perusteella, miten laboratorioiden toteuttajat ovat niitä kuvanneet.

Viimeisessä luvussa teen johtopäätelmät ja pohdin tutkimustulosten merkittävyyttä ja käyttökelpoisuutta.

2. Kasvatustieteellistä taustateoriaa

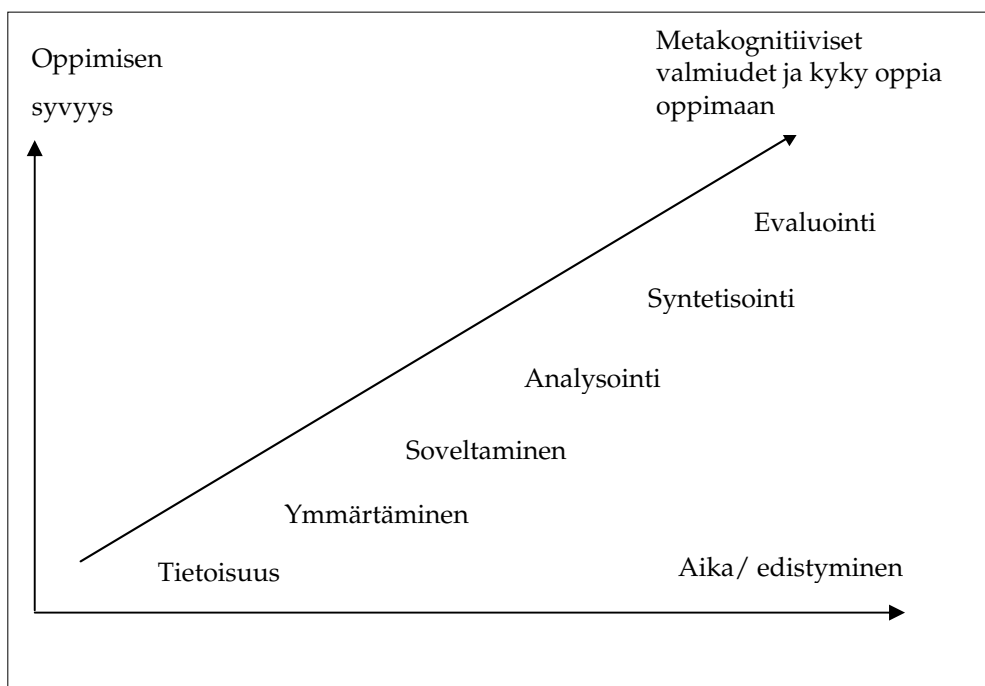
Tässä luvussa kuvaan lyhyesti, millaista oppiminen on kasvatustieteen nykykäsityksen mukaan, miten ongelma-perustainen oppiminen tukee oppijan kognitiivisten rakenteiden muodostumista ja mielekästä oppimistilannetta.

2.1. Konstruktivistinen oppimiskäsitys

Konstruktivistinen oppimiskäsitys on saavuttanut vankan suosion myös Suomessa. Rauste-von Wrightin ja muiden [2003, s. 53] mukaan uutta oppiessaan ihminen valikoi tietoa, tulkitsee ja pyrkii ymmärtämään sitä aiemmin omaksumansa tiedon pohjalta. Konstruointi eli uuden tiedon rakentaminen vanhan päälle tapahtuu aina jossain tilanteessa ja kontekstissa, mikä vaikuttaa siihen, miten syntyy tietoa käytetään myöhemmin hyväksi.

Erno Lehtinen [1997, s. 14] toteaa, että uusien tietojen oppiminen on aina oppijan oma aktiivinen prosessi ja opettamisella voidaan vaikuttaa vain epäsuorasti sen kulkuun. Oppiminen on asteittaista kognitiivisten rakenteiden muuttumista. Tämä muutos voi Lehtisen mukaan muistuttaa jopa tieteellisten teorioiden kehittäjille tyypillistä ideointien kehittelyprosessia. Verkkopedagogiikkaa on viime aikoina kehitetty siihen suuntaan, että tietokoneavusteisissa yhteisöllisissä oppimisympäristöissä voidaan jäljitellä tiedeyhteisön toimintaa [Lehtinen, 1997, s. 18].

Kuviossa 1 Alamäki kuvaa klassisen Bloomin taksonomian [Bloom, 1956] avulla oppimisen kuutta eri tasoa.



Kuvio 1: Bloomin taksonomian tasot [Alamäki ja Luukkonen, 2002, s. 32].

Vaativimmilla tasoilla edellytetään tiedon analysointia, sen merkityksen ymmärtämistä, luotettavuuden arviointia ja sovellettavuutta. Alamäki [2002, s. 32] lisää ylimmälle tasolle vielä metakognitiiviset taidot, mikä tarkoittaa oman toiminnan arviointia ja oppimisen valmiuksien jatkuvaa kehittämistä.

On kuitenkin muistettava, että oppijan ja opettajan välissä on aina ikäänkuin suodatin, joka on muodostunut oppijan omasta kokemusmaailmasta, arkihavainnoista, uskomuksista, oletuksista ja aikaisemmasta tiedosta. Oppimistapahtumassa olisi näin ollen pystyttävä sitomaan uusi tietoaines oppijan aiempiin kokemuksiin ja korostamaan oppijan aktiivisuutta. [Alamäki ja Luukkonen, 2002, s. 88] Marjatta Huhta toteaa, että esim. kieltenopettajista 75% saattaa edelleen olla analyttisiä, perättäistiedon esittäjiä, kun taas oppijoista 100% on moniprosessoijia, jotka käyttävät visuaalisia, auditiivisia, avaruudellisia, loogis-matemaattisia ja sosiaalisia menetelmiä esim. kielten opiskelussa [Lehtinen, 1997, s. 135].

Verkkotekniikan opettaminen on nimenomaan *tekemällä oppimista*, (learning-by-doing). Siinä voidaan käyttää hyväksi useita erilaisia menetelmiä erilaisten oppijoiden tukemiseksi.

2.2. Ongelmaperustainen oppiminen

Konstruktivistiseen oppimisympäristöön kuuluu mahdollisuus kokeilemiseen ja havainnointiin. Tutkivan oppimisen yksi muoto on *ongelmaperustainen oppiminen* (Problem-based Learning, PBL). Sen perusajatus on Rauste-von Wrightin mukaan oppimisen organisoiminen autenttisen ongelman ympärille. Ongelma voi olla selkeästi rajattu ja ratkaisun oikeellisuutta voidaan konkreettisesti arvioida. Toisaalta ongelma voi olla ilmiö, johon ei ole olemassa oikeaa ratkaisua. Innovatiivisten oppimisympäristöjen kehittämisessä on hyödynnetty PBL-menetelmää. Tämä ei ole ollut aivan ongelmatonta. Oppimisympäristöjen valmiit ongelmanasettelut ja käsittelymenetelmät saattavat rajoittaa juuri sitä konstruktivismin korostamaa oppijan omaa valinnanvapautta, ongelmanasettelua ja prosessointia [Rauste-von Wright *et al.*, 2003, s. 207-208].

David H. Jonassen aloittaa kirjansa "Learning to Solve Problems" toteamalla, että PBL saattaa olla merkittävin pedagoginen innovaatio, mitä kasvatustieteen historiassa on keksitty [Jonassen, 2003]. Ongelmanratkaisuvaihtoehtoja tarvitaan työelämässä, arjessa, ihmissuhteissa, pienissä ja isoissa eteen tulevilla asioilla.

Seuraavissa luvuissa tarkastelen, miten konstruktivismia voidaan soveltaa tietoliikenneverkkojen tekniikan opettamiseen.

3. Animaatiot oppimisen tukena

Animaatio on eOppimiskeskuksen e-Aapisen [2005] mukaan asian esittämistä liikkuvan kuvan avulla. Animaatiossa voidaan käyttää grafiikkaa, kuvia, videota ja ääntä, joilla tavoitellaan havainnollistamista, elävöittämistä tai hauskuuttamista. [e-Aapinen, 2005]

Tässä luvussa pohdin, miten animaatiot voisivat tukea tietoliikennetekniikan (esim. protokollien) opettamista ja esittelen muutaman verkosta löytyvän toteutuksen.

3.1. Onko animaatioiden katseleminen konstruktivista toimintaa?

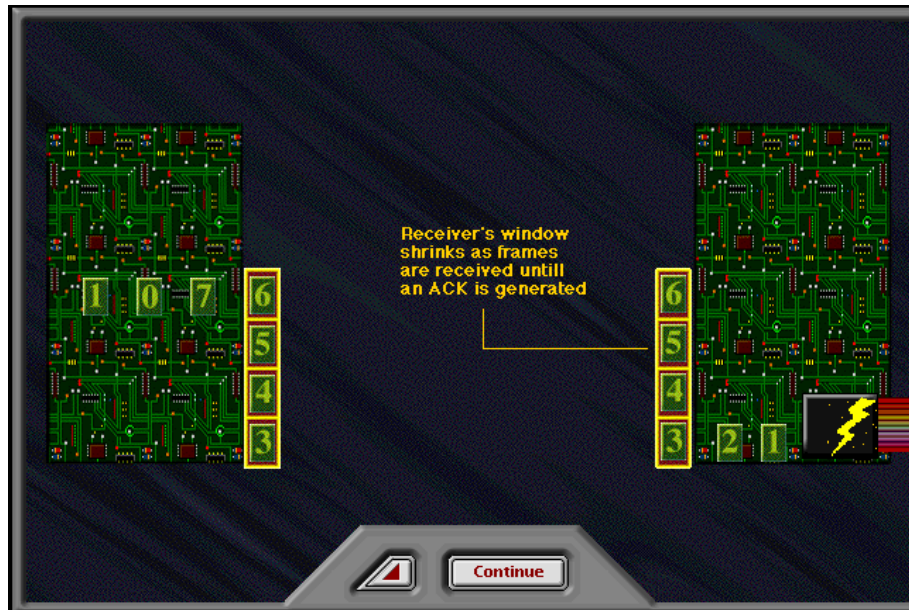
Rauste-von Wright ja muut [2003, s. 98] tarkastelevat havaitsemisprosessia *valikoinnin* ja *tulkinnan* kautta. Heidän mukaansa havainnot saavat merkityksensä, kun ne kytketään aiemmin opittuun ja tulkitaan tässä viitekehysessä. Havainnointi on valikoivaa, koska ihmisen tiedon käsittelykapasiteetti on rajallinen ja informaatiota on ympärillämme rajattomasti. Havaitseminen sisältää samanaikaisesti aina myös tulkinnan.

Animaatiot sopivat verkkotekniikan opetukseen erityisen hyvin, sillä ilmiöt on helppo esittää vaihe vaiheelta opettajan puheeseen tai kirjoitettuun tekstiin yhdistettynä. Eri oppimistyylien (visuaalinen, spatiaalinen, auditiivinen, loogis-matemaattinen, jne.) huomioimisella saavutetaan oppimistulokset varmemmin kuin ainoastaan opettajan suullisella esiintymisellä. Oppilaan jättäminen yksin animaatioiden seuraan ei varmasti palvele tarkoitusta, vaan paras tulos saavutettaneen nimenomaan yhdistämällä ne muuhun opetukseen.

3.2. Esimerkkejä animaatioista

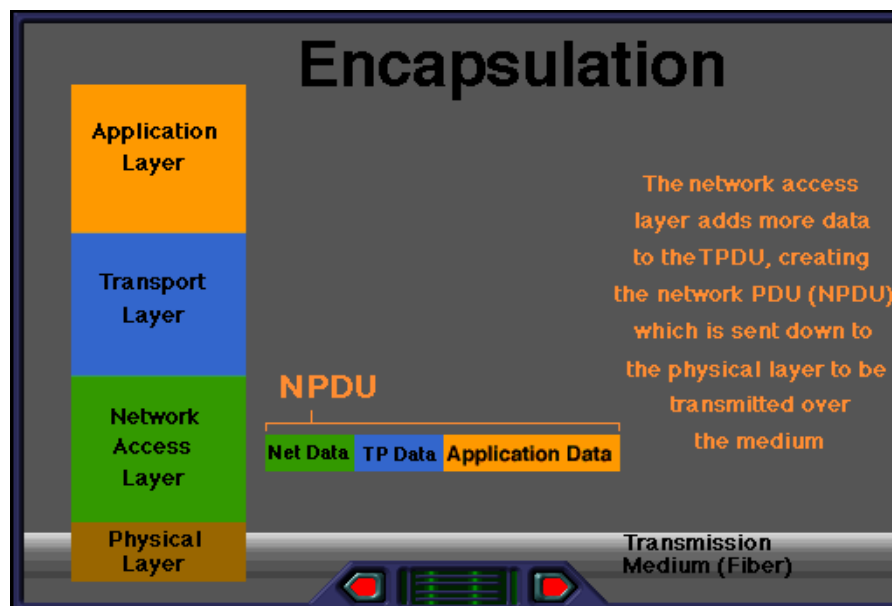
Liukuvan ikkunan tekniikka on yksi tietoliikenteen perustekniikoista, joita kukin opettaja opettaa tavallaan, usein esimerkiksi animoituna Microsoft PowerPoint-esityksenä. Kuvassa 1 seuraavalla sivulla on Burroughsin kalifornialaisessa Humboldtin yliopistossa tekemä animaatio.

Burroughsin animaatiossa on käytetty voimakkaita värejä ja toteutus on verkosta löytyvien animaatioiden tyylikkäämpiä. Oppija voi itse määrätä animaation vauhdin, koska hänen on painettava hiirellä Continue-painiketta vaihe vaiheelta. Tämä sallii myös ruutuun ilmestyvän tekstin lukemisen omaan tahtiin. Kolmion muotoisella painikkeella on mahdollista peruuttaa edelliseen vaiheeseen.



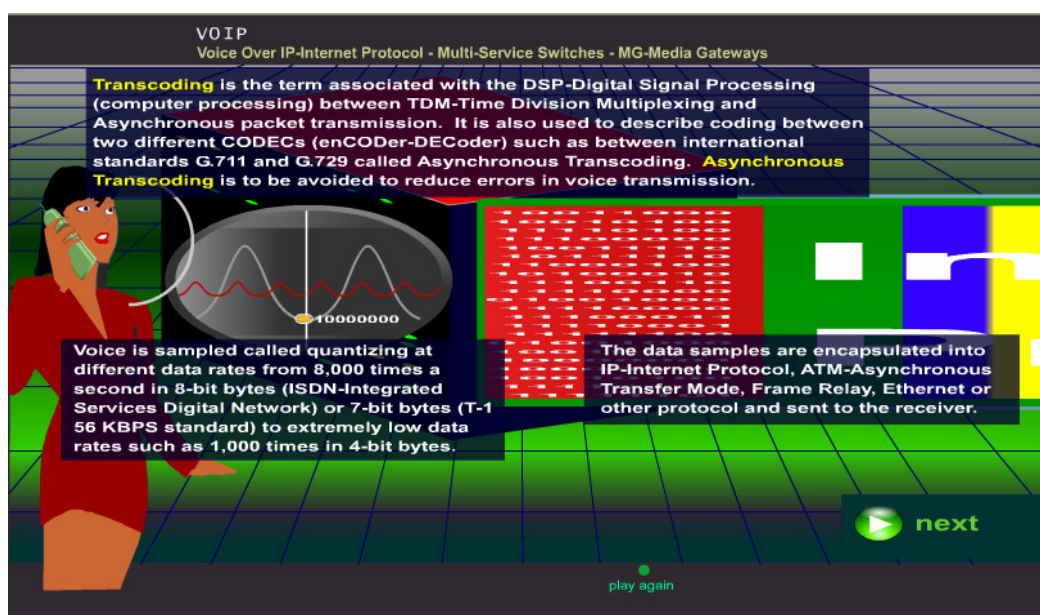
Kuva 1: Liukuvan ikkunan tekniikan animointi [Burroughs, 1997a].

Verkosta löytyy myös toinen samantyylinen toteutus (kuva 2), joka havainnollistaa *protokollayksikön* (Protocol Data Unit, PDU) kulkua protokollapinon kerroksissa ja siirtotießä (esimerkiksi valokaapelissa). Toteutustapa on edelleen tyylikäs, rauhallinen ja toimiva. Oppija voi siirtyä omaan tahtiinsa vaiheesta toiseen ja peruuttaa edelliseen vaiheeseen. Molemmat em. esimerkit ovat pelkistettyjä ja toisaalta havainnollistavat myös vain pieniä yksityiskohtia tietoliikennetekniikan laajalla alueella.



Kuva 2: PDU:n kehyksen muodostuminen ja kulku [Burroughs, 1997b].

Kuvassa 3 on kaupallisen toimijan animaatio, jolla havainnollistetaan mm. *VoIP-protokollan* (Voice Over Internet Protocol) toimintaa. TECHtionary kertoo verkkosivuillaan olevansa maailman suurin tietoliikennealan opetusanimaatioiden toimittaja [TECHtionary]. Pedagogiset seikat ovat jääneet toisarvoisiksi, sillä nämä animaatiot ovat täynnä vilkkuvaa, nopeaa liikettä, jolla halutaan kuvata mm. verkon liikennettä, mutta joka vie oppijan huomion epäoleelliseen ja häiritsee siten asian omaksumista. Animaatioiden suurin arvo lienee viihdyttävyydessä. Tämä tyyli sopinee markkinointiin, mutta ei opiskelijan ensimmäiseksi kontaktiksi opittavaan aiheeseen.



Kuva 3: VoIP-protokollan havainnollistamista [TECHtionary].

Edellä mainituissa esimerkeissä oppija on ollut passiivinen havainnoija ja tiedon omaksuja. Alamäki ja Luukkonen [2002, s. 92] toteavat, että hyvän digitaalisen materiaalin tulee olla merkityksellistä ja motivoivaa. Asiaa ei opita, jos oppija ei näe sen sovellusarvoa tai asia ei millään tavoin kosketa häntä. Seuraavassa luvussa pohditaan, miten oppijaa voidaan aktivoida esim. simulaatioympäristöjen avulla.

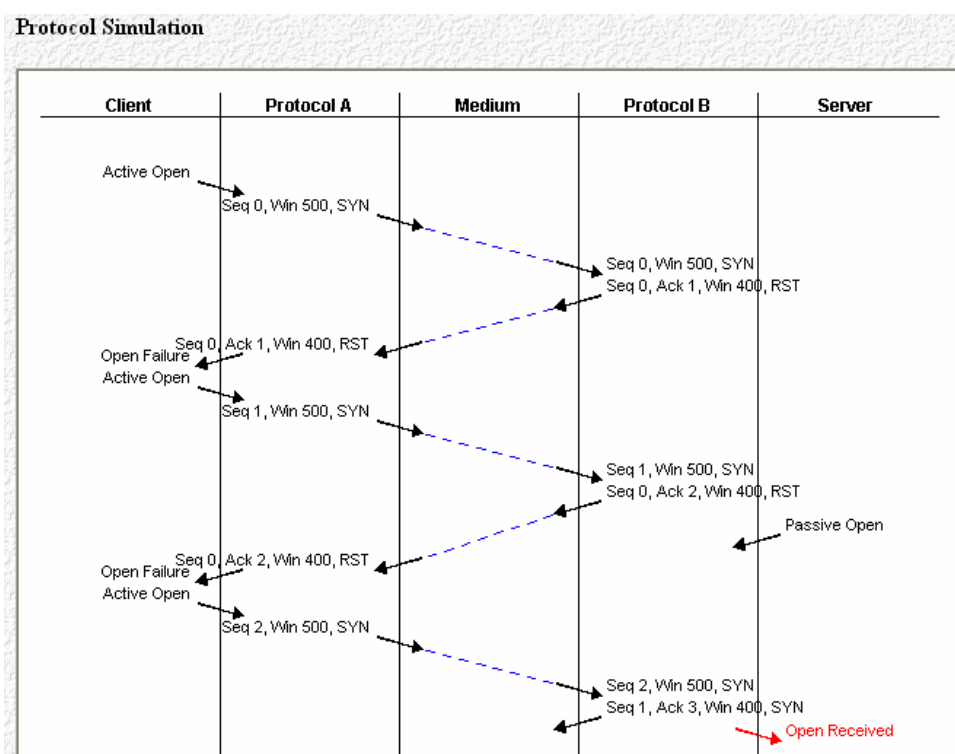
4. Simulaatiot

Jonassenin [2003, s. 112] mukaan simulaatio on ympäristö, jonka osia oppija pystyy käsittelemään (manipulate). Tätä on esimerkiksi parametrien tai oppimisympäristön olosuhteiden muuttaminen ja muutosten vaikutusten tarkasteleminen, mikä opettaa arvioimaan syy-seuraussuhteita. Simulaatiot

saattavat edellyttää oppijalta pohjatietoja tai ainakin teorian tunteminen auttaa käyttämään simulaatioympäristöjä tehokkaasti.

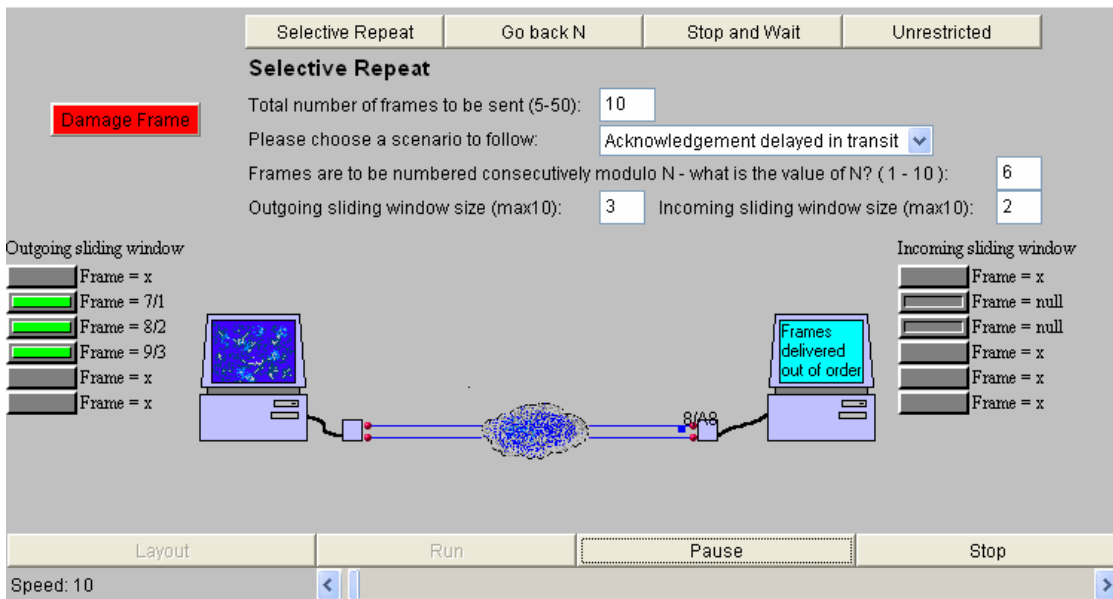
4.1. Esimerkkejä protokollasimulaatioista

Turner ja Robin [2001] ovat tehneet protokollasimulaattoreita, jotka havainnollistavat yhteyden luomista ja segmentin kulkua sekvenssikaavion avulla (kuva 4). Opiskelija voi muuttaa protokollan vaatimia parametreja, esim. paketin kokoa, hukkuvien pakettien määrää ja ikkunan kokoa. Esitystapa on tuttu kaikille tietoliikennetekniikkaa opiskeleville. Java-toteutus tuo mukaan vaihteellisuuden ja oppijalla on mahdollisuus pysäyttää ja jatkaa liikenteen simulointia omaan tahtiinsa.



Kuva 4: Protokollan sekvenssikaavio [Turner and Robin, 2001].

Jacobsenin [1999] simulaatio siirtokerroksen protokollien toiminnasta (kuva 5 seuraavalla sivulla) täyttää hyvin em. Jonassenin simulaatiomääritelmän vaatimukset. Oppija voi muuttaa mm. lähetettävien kehysten määrää, liukuvan ikkunan kokoa ja kehysten lähettämisen käsikirjoitusta. Tämän jälkeen hän tarkkailee kehysten kulkua ja voi halutessaan keskeyttää tai pysäyttää sen. Oppija voi myös säätää simulaation vauhtia.



Kuva 5: Jacobsenin [1999] protokollasimulaatio.

4.2. Simulaatio laajana oppimisympäristönä

ENST Bretagne -yliopisto on mukana INVOCOM-projektissa, jossa tuotetaan tietoliikennetekniikkaan liittyvää opiskelumateriaalia verkkoon. ENST Bretagnen ryhmä käyttää simulaatiotyökaluna avoimen lähdekoodin ohjelmistoa Network Simulator, jota käytetään paljon mm. tutkimustarkoituksiin.

ENST Bretagnen ratkaisussa oppijalle tarjotaan lähinnä työkalut, muutoin hän rakentaa simulaation hyvin pitkälle itse, esim. kirjoittaa tcl-skriptit ja suunnittelee graafisella käyttöliittymällä tarvittavan verkkotopologian. [INVOCOM, 2004]

5. Virtuaaliset verkkolaboratoriot

Virtuaaliverkkolaboratorio on oppimis- tai tutkimusympäristö, jonka verkkolaitteiden konfiguraatioita voidaan muuttaa etäyhteyden avulla. Toisaalta verkkolaboratorio voi olla myös vain yhdellä PC:llä ajettava simuloitu ympäristö, joka mallintaa verkon toimintaa. Tässä luvussa esittelen lyhyesti verkkolaboratoriototeutuksia, joita on tehty erityisesti etäopetustarkoitukseen. Toteutusten laatu, vaativuustaso ja hinta vaihtelevat suuresti. Kaikkien järjestelmien toteuttajilla on kuitenkin ollut tavoitteena luoda etäopiskelijaa varten mahdollisimman konkreettinen ja mielekäs ympäristö. Tuleville verkon ylläpitäjille halutaan tarjota aidontuntuiset välineet verkon konfiguroimiseen.

5.1. Mitä tulee ottaa huomioon laboratorion rakentamisessa?

Etäverkkolaboratorion turvallisuus on haaste. Verkkoon on päästävä Internetistä, mutta se on suojattava hakkeroinnilta. Sloanin [2002] mukaan kontrolloitu ympäristö vaaditaan senkin takia, että laboratoriossa käytetään verkkoanalysointilaitteita, yms. sovelluksia, joilla verkkoliikennettä pystytään tarkkailemaan. Laboratorion on oltava muunneltavissa, mutta aktiivilaitteiden oletusasetukset on tarvittaessa pystyttävä palauttamaan kesken harjoitusten teon tai ainakin siinä vaiheessa, kun toinen ryhmä saapuu suorittamaan harjoitusta. Toisaalta opiskelijalle on annettava varmuus ja turvallisuudentunne siitä, että hän voi luottavaisesti kokeilla, yrittää ja erehtyä ilman, että hän sekoittaa pysyvästi verkossa jotain.

Reitittimien määrä on usein kriittinen tekijä laboratorioharjoituksia suunniteltaessa tai toteutettaessa. Reititysprotokollien, esim. OSPF, toiminnan havainnollistamiseen tarvitaan useampia vaihtoehtoisia reittejä.

Opiskelijoiden esitietovaatimukset asettavat rajoituksia virtuaalilaboratorioille. Käytännössä opiskelijat joutuvat yleensä opiskelemaan etukäteen perusasiat ja tuomaan laboratorioon esiselostuksen. Sveitsiläisessä Vitels-projektissa on päädytty siihen, että opiskelijat saavuttavat vaadittavat pohjatiedot opiskelemalla tietyt moduulit, jotka on toteutettu simuloimalla tai emuloimalla verkkolaboratoriota. Vasta tämän jälkeen he voivat suorittaa vaativampia kursseja, jotka on toteutettu virtuaaliverkkolaboratorion avulla. Tällä tavalla ehkäistään niitä tilanteita, että yhteys verkkolaitteisiin saadaan epäkuntoon tai laitteet joudutaan pahimmassa tapauksessa käynnistämään uudelleen paikan päällä [Baumgartner *et al.*, 2003, s. 133].

5.2. Virtuaaliverkkojen hyödyistä ja ongelmista

Virtuaaliverkkolaboratoriossa opiskelu on juuri niin vaativaa kuin Enkenberg ja muut [1995] kuvaavat artikkelissaan ”Kohti autenttista oppimista”. Se edellyttää henkilöltä monimutkaisien, käsitteellisten ja relationaalisen tietämyksen soveltamista. Se edellyttää myös taitoa hahmottaa tilanteen perusasetelma, koska ongelmaa voidaan tarkastella havainnoin vain muuttujien pohjalta. Opiskelijalta odotetaan siis taitoa jäsentää ja strukturoida ongelmaa. Kun opittava asia sidotaan näinkin konkreettisesti autenttiseen tilanteeseen ja kontekstiin, opiskelu on mielekästä ja päämäärätietoista, jossa omat teoriat ja ratkaisumallit rakentuvat jatkuvasti uudelleen. [Enkenberg *et al.*, 1995]

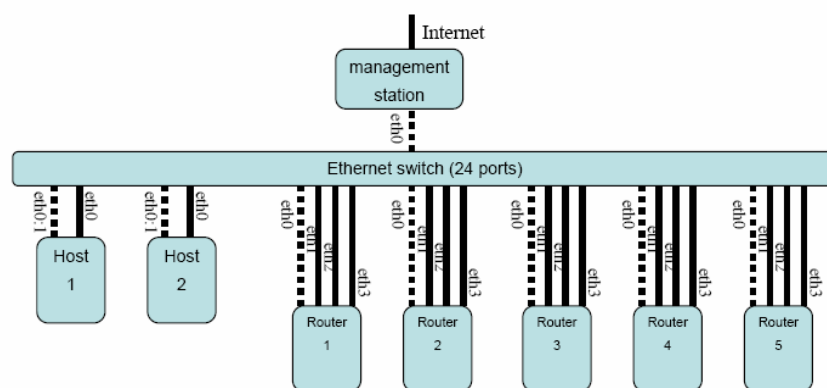
Kneale ja muut [2004] listaavat ongelmia, joita verkkotekniikan käytännön opettaminen tuo yleensä mukanaan: laitteiston riittämättömyys, tilanpuute, turvallisuuden puute, ajan puute ja opetettavien asioiden erilaisuus. Suurin ongelma useimmissa koulutusyksiköissä on laitemäärärahojen vähyys. Yoo ja

Hovis [2004] toteavat, että vaikka hubit ja kytkimet eivät enää ole kalliita, IP-reitittimet ovat sitä edelleen ja toimiva verkkolaboratorio vaatii niitä yleensä 5-10 kappaletta. Opetusryhmien käyttöön tarvitaan laboratoriotilaa, jossa opiskelijat pääsevät käsiksi myös verkkolaitteiden takaosaan [Yoo and Hovis, 2004]. Laitteet tarvitsevat yleensä myös ilmastoidun tilan. Virtuaalilaboratoriot voivat olla käytössä ympäri vuorokauden, mikä helpottaa erityisesti työssäkäyvien opiskelijoiden ajankäyttöä.

5.3. Esimerkkejä edullisista toteutuksista

Tämän tutkielman lähteissä todetaan useasti, että toteutuksiin on käytetty vanhoja, tuotantokäytöstä poistettuja työasemia. Yoo ja Hovis [2004] ovat muuttaneet vanhat PC:t reitittimiksi, joihin on asennettu ilmainen GNU Zebra -reititinsovellus. Sen käyttöliittymä muistuttaa pitkälti Ciscon käyttöliittymää, mikä tukee mielekästä oppimista. Sloanin [2002] mukaan kustannuksia saadaan vähennettyä esimerkiksi asentamalla useita verkkokortteja samaan laitteeseen. Verkon toiminnan testaamiseen tarvittaviksi kohdelaitteiksi vanhat koneet sopivat hyvin. Samoin vanhasta PC:stä, jossa käyttöjärjestelmä on Linux tai FreeBSD, saadaan helposti konfiguroitua reititin, silta tai palomuuuri.

Kuvassa 6 Yoon ja Hovisin [2004] hallinta-LAN on esitetty katkoviivoilla. Yhteys on suojattu, eivätkä opiskelijat pääse vahingossa muuttamaan sen asetuksia. Verkkoa voidaan käyttää sekä etäoppimiseen että tavanomaiseen ryhmäopetukseen. Vain yksi opiskelija voi kuitenkin kerrallaan olla kirjautuneena hallinta-asemalle. Laitteiden konfigurointi tapahtuu käyttäen skriptejä ja SSH-yhteyttä (Secure Shell). Skripti sisältää tavallisimmat komennot (ifconfig, traceroute, ping, jne.) ja sillä voi mm. antaa laitteille verkko-osoitteet ja maskit, konfiguroida staattisia reittejä ja dynaamisia reititysprotokollia [Yoo and Hovis, 2004].



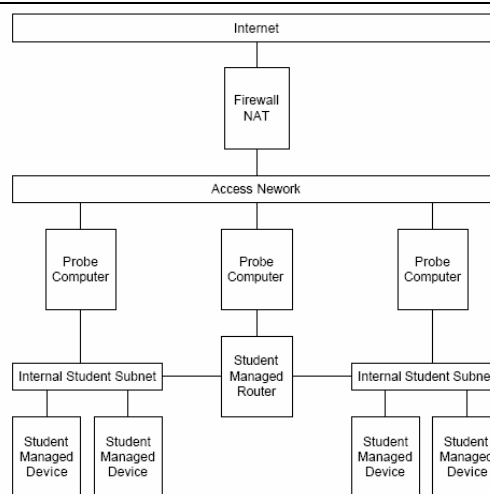
Kuva 6: Yoon ja Hovisin [2004] verkkolaboratorion rakenne.

Australialaisessa VELNET-projektissa virtuaalinen oppimisympäristö on rakennettu yhteen palvelimeen, jossa voidaan simuloida laboratorio-olosuhteita. Tähän on käytetty kaupallista VMWare-virtuaalikoneohjelmistoa, jolla voidaan muistin määrästä ja prosessorin nopeudesta riippuen emuloida useita virtuaalikoneita samanaikaisesti [Kneale *et al.*, 2004].

VELNET-projektin tekee mielenkiintoiseksi opiskelijaa varten tehty käyttöliittymä eli client-sovellus, jossa verkon arkkitehtuuri voidaan rakentaa raahaamalla tarvittavat komponentit työpöydälle ja konfiguroimalla ne. Knealen ja muiden [2004, s. 166] mukaan opiskelijan on toimittava tässä juuri samalla tavalla askeleittain kuin aidossakin verkkoympäristössä: laitteet on kerättävä, kaapelit kytkettävä, verkkokortit asennettava ja rajapinnat konfiguroitava, jotta verkko toimisi oikein. Tämä on edellä johdannossa mainittua ongelmaperustaista oppimista aidoimmillaan. Opiskelijat joutuvat myös kohtaamaan reaali maailman ongelmia kuten omaperäiset käyttöliittymät, virheet sovellusten toteutuksessa tai käyttäjädokumentaation huonolaatuisuus [Kneale *et al.*, 2004].

Vitelsin virtuaaliverkossa [Baumgartner *et al.*, 2003] menettelytapa on samantyylinen: opiskelija rakentaa verkon topologian graafisesti. Tämä on toteutettu PHP:lla (Hypertext Preprocessor) ja Java-appleteilla. Tämän jälkeen hän konfiguroi liittymät käyttäen komentoriviä, mikä antaa Baumgartnerin ja muiden mukaan realistisen käsityksen siitä, mitä verkkoylläpito käytännössä on.

Kuvassa 7 on Landerin yliopiston etäverkkolaboratorion arkkitehtuuri. Sen vahvuus on Sloanin [2002] mukaan pääsynvalvonnan turvallisuus ilman, että verkkoa on tarvinnut kokonaan eristää. Ko. laboratorioverkko sijaitsee kampusverkon ulkopuolella ja käyttää NATia (Network Address Translation). Kolme työasemaa huolehtivat pääsynvalvonnasta ja toimivat yhdyskäytävinä eri aliverkkoihin. SSH valittiin pääsynvalvontaprotokollaksi, koska se on riittävän turvallinen, vapaasti saatavissa ja yksinkertainen asentaa [Sloan, 2002, s. 217].

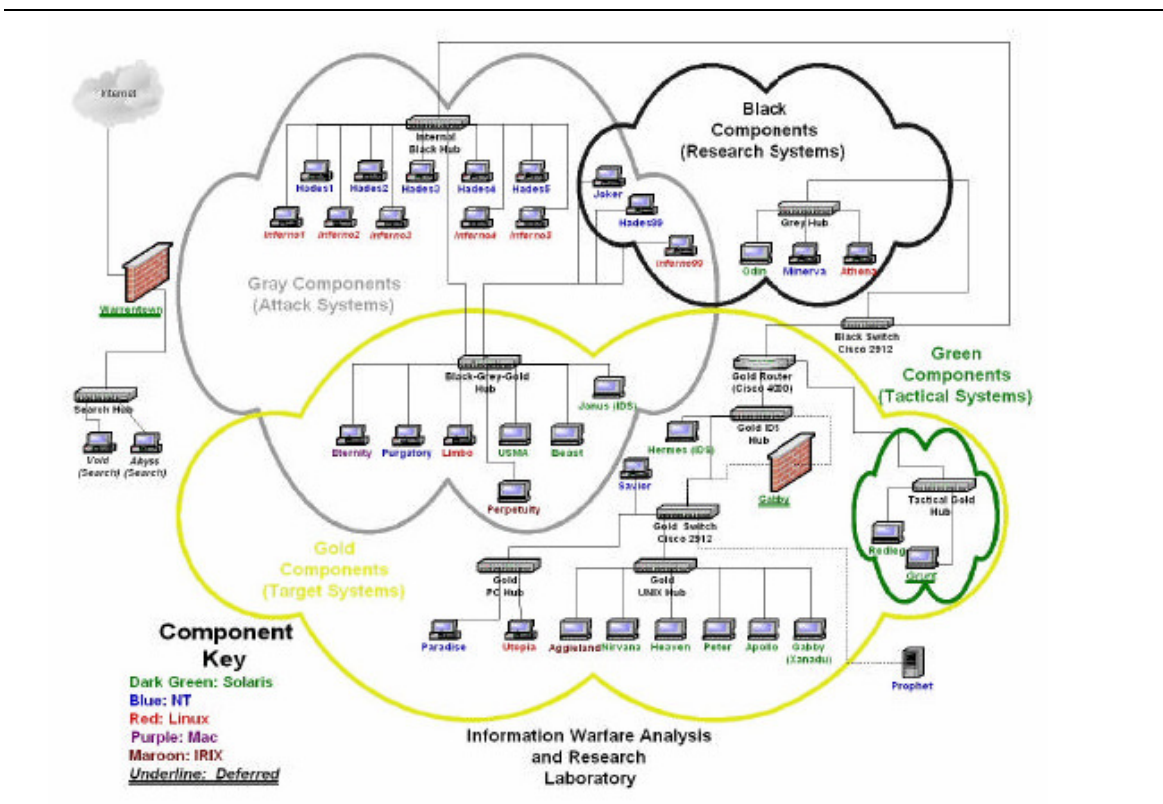


Kuva 7: Landerin yliopiston etäverkkolaboratorio [Sloan, 2002].

5.4. IWAR eli esimerkki kalliimmasta laboratoriototeutuksesta

IWAR-laboratorio (Information Warfare Analysis and Research laboratory) on Yhdysvaltojen sotilasakatemian IT-keskuksen rakentama verkkolaboratorio, joka on suunniteltu tietoverkossa käytävän sodankäynnin ja turvallisuuden opettamiseen. Schaferin ja muiden [2001] laboratorio on myös esimerkki eristetyssä verkossa tapahtuvasta opetuksesta. Kuten he toteavat, painajaismaista olisi ollut New York Timesin otsikko "West Pointin verkkolaboratoriota käytettiin hyökkäykseen xx:n verkkosivustolle". Turvallisuuteen on siis kiinnitetty erityistä huomiota. Kadetit kirjoittavat vihamielisiä appletteja ja viruksia, käyttävät skriptejä ja Troijan hevosia sekä skannaavat vastustajan portteja löytääkseen tietoturva-aukkoja. [Schafer *et al.*, 2001]

IWAR-laboratorio on jaettu neljään verkkoon kuvan 8 mukaisesti: harmaa verkko kuuluu hyökkääjille, kultainen verkko sisältää hyökkäysten kohdeverkon työasemat ja palvelimet, vihreä verkko on kultaisen aliverkko, jossa sijaitsevat taktiset komento- ja valvontajärjestelmät. Mustaa verkkoa käyttävät tiedekunnan jäsenet tutkimustarkoitukseen. Laboratorion ainoa myönnytys ulkomaailmalle ovat kaksi Linux-PC:tä, joita voi käyttää virusten hakemiseen ulkoa päin. Nämä PC:t ovat sotilasakatemian verkossa ja virusten siirtäminen laboratorion verkkoon tapahtuu Zip-levyasemaa käyttäen. [Schafer *et al.*, 2001]



Kuva 8: IWAR-verkon topologia [Schafer *et al.*, 2001].

IWAR rakennettiin Schaferin ja muiden [2001, s. 229] mukaan nopeasti (4 viikossa), siinäkin hyödynnettiin tuotannosta poistettuja laitteita ja sen oli mahdollista yhden luokkahuoneeseen. Verkko haluttiin tehdä mahdollisimman autenttiseksi ja palveluiltaan tuotantoympäristöä muistuttavaksi. Harmaan ja kultaisen verkon leikkauskohdassa palvelimissa on tarkoituksellisesti vanhat käyttöjärjestelmät ja päivittämättömät sovellukset ”matalalla riippuvina hedelminä” houkuttelemassa tunkeutujia. Sitten, kun kadetit jo osaavat poimia ne, tarjolla on kultaisen verkon vaikeammin saavutettavia kohteita mm. palomuurin takana. Verkon hinnaksi muodostui noin 20.000 US dollaria. [Schafer *et al.*, 2001]

IWAR konkretisoi sen, mitä Jonassen [2003, s. 7] toteaa menestyksekkäästä ongelman ratkaisusta: oppija tuottaa ja rakentaa *mentaalimalliaan* (mental model, problem space) mielessään ennen kuin kokeilee sitä reaali maailmassa eli verkkolaboratorion autenttisissa olosuhteissa. Se tukee opiskelijan kykyä kriittiseen ajatteluun, analysointiin ja synteysin muodostamiseen [Schafer *et al.*, 2001, s. 231].

5.5. Cosmo, Internet Advisor

Edistyneimmässä virtuaaliverkkolaboratoriossa voi toimia opettajana animoitu hahmo, joka pystyy tulkitsemaan käyttäjän eleitä, ilmeitä ja puhetta. Kuvassa 9 seuraavalla sivulla esiintyy Cosmo, Lesterin ja muiden luoma *kehollistunut puhekäyttöliittymä* (Embodied Conversational Agent, ECA), joka opettaa reitityksen ja verkkojen perusasioita virtuaalisesti. Opiskelija toimii vuorovaikutuksessa Cosmon kanssa ja oppii samalla verkkotopologian perusteet ja reititysmekanismit. Cosmo selittää paketin kulkua liikkeessaan samalla ko. verkossa, kannustaa ja kehuu opiskelijaa tämän toimiessa oikein. Se tarkkailee opiskelijan ongelmanratkaisutoimia ja puuttuu ystävällisesti asiaan, jos aikaa tuntuu kuluvan liian paljon tai jos opiskelija tekee selkeästi virheen [Lester *et al.*, 2000].

Cosmo on antropomorfinen, ihmisenkaltainen olento, joka puheen lisäksi viestii sanattomasti mm. kulmakarvojen ja antenninsa asennoilla sekä silmiensä ja käsiensä liikkeillä. Se voi esim. raapia päätään esittäessään opiskelijalle kysymyksen. Cosmon kaltaisen agentin toteuttaminen on haastavaa ja vaatii paljon resursseja. Sen olisi pystyttävä tulkitsemaan yksiselitteisesti opiskelijan käyttäytymistä ja valittava tunnetasolla tilanteeseen sopiva vastausmalli, joka sisältää sekä puheen että eleet ja ilmeet.

Lesterin ja muiden [2000, s. 150] tutkimusten mukaan opiskelijat pitivät Cosmoa hauskana, viehättävänä ja karismaattisena opettajana. Ylenpalttinen kiittäminen onnistuneen suorituksen jälkeen koettiin huvittavana.



Kuva 9: Cosmo opettamassa reititystä [Lester *et al.*, 1999].

6. Yhteenveto

Tässä tutkielmassa etsin keinoja havainnollistaa tietoliikenneverkkojen ja protokollien toimintaa. Samoin tutkin erilaisia mahdollisuuksia simuloida verkkoja sekä rakentaa tietoverkkolaboratorioita etäopiskelijoiden käyttöön. Pyrkimyksenä on ollut esimerkkien avulla kuvata keinoja, joilla tehdä opetuksesta monipuolisempaa ja konstruktivista oppimista tukevaa. Näyttäisi siltä, että menetelmiä käytetään jo monipuolisesti, mutta esim. tietoliikenneverkkojen etäopetus ei ole kovinkaan yleistä.

Tämän tutkielman puitteissa en voinut perehtyä tarkemmin verkkolaboratorioiden toteutustapoihin. Esitys jäi näin kovin yleiselle tasolle ja tutkimustulokset palvelevat lähinnä esittelytarkoituksessa. Jatkotutkimukseni aiheena tulevat olemaan juuri etäopetuskäyttöön rakennetut verkot. Tutkielmassa käytetyt esimerkit olivat kaikki ulkomaisia. Jatkossa olisi mielenkiintoista tutustua kotimaisiin toteutuksiin, mikäli niitä on olemassa. Resurssien vähyyys ja opetuksen tehostamisen tarve pakottanevat miettimään uusia menetelmiä ja ratkaisuja.

Viiteluettelo

[Alamäki ja Luukkonen, 2002] Ari Alamäki, Jussi Luukkonen, *eLearning, Osaamisen kehittämisen digitaaliset keinot: strategia, sisällöntuotanto, teknologia ja käyttöönotto*. Edita, Helsinki, 2002.

- [Baumgartner *et al.*, 2003] Florian Baumgartner, Torsten Braun, Eveline Kurt, and Attila Weyland, Virtual routers: A tool for Networking research and education. *ACM SIGCOMM Computer Communications Review*. **33,3** (2003), 127-135.
- [Bloom, 1956] B. S. Bloom (Ed.), *Taxonomy of educational objectives*. Handbook 1. Cognitive domain.
- [Burroughs, 1997a] Ann Burroughs, Sliding Window animation. Web site. Available at <http://www.humboldt.edu/%7Eaeb3/telecom/SlidingWindow.html> (15.4.2005).
- [Burroughs, 1997b] Ann Burroughs, Encapsulation animation. Web site. Available at <http://www.humboldt.edu/%7Eaeb3/telecom/Encapsulation.html> (15.4.2005).
- [Enkenberg *et al.*, 1995] Jorma Enkenberg, Aimo Lakotieva, ja Jari Kukkonen, Kohti autenttista oppimista. Joensuun yliopisto, 1995.
- [e-Aapinen, 2005] eOppimiskeskuksen sanasto. Saatavana <http://www.eoppimiskeskus.net/eaapinen.pl> (15.4.2005).
- [INVOCOM, 2004] ENST Bretagne INVOCOM-project web site. Available at <http://www.invocom.et.put.poznan.pl/~invocom/courses/course.php?ID=p2-6&LN=http://picolibre.enst-bretagne.fr/projects/invocom/content/en/lessons/L200/> (15.4.2005).
- [Jacobsen, 1999] Allan Jacobsen, Data-link network protocol simulation. Available at <http://www.cs.bham.ac.uk/~gkt/Teaching/SEM335/dlsim/Simulation.html> (15.4.2005).
- [Jonassen, 2003] David H. Jonassen, *Learning to Solve Problems*. Pfeiffer, San Francisco, 2003.
- [Kneale *et al.*, 2004] Bruce Kneale, Ain Y. De Horta, and Ilona Box, Velnet: virtual environment for learning networking. In: *Proc. of 6th conference on Australian computing education*. **30** (2004), 161-168.
- [Lehtinen, 1997] Erno Lehtinen (toim), *Verkkopedagogiikka*. Edita, Helsinki, 1997.

- [Lester *et al.*, 1999] James Lester, Jennifer Voerman, Stuart Towns, and Charles Callaway, Deictic Believability: Coordinated Gesture, Locomotion, and Speech in Lifelike Pedagogical Agents. *Applied Artificial Intelligence*, **13**, 4-5, (1999) 383-414. Available at:
<http://homepages.inf.ed.ac.uk/ccallawa/papers/cosmo-aai-journal-98.pdf>
- [Lester *et al.*, 2000] James C. Lester, Stuart G. Towns, Charles B. Callaway, Jennifer L. Voerman, and Patrick J. FitzGerald, Deictic and Emotive Communication in Animated Pedagogical Agents. In: Justine Cassell, Joseph Sullivan, Scott Prevost, and Elizabeth Churchill (eds.), *Embodied Conversational Agents*. The MIT Press, Cambridge, 2000, 123-154.
- [Rauste-von Wright *et al.*, 2003] Maijaliisa Rauste von Wright, Johan von Wright, ja Tiina Soini. *Oppiminen ja koulutus*. WSOY, Helsinki, 2003.
- [Schafer *et al.*, 2001] Joseph Schafer, Daniel J. Ragsdale, John R. Surdu, and Curtis A. Carver, The IWAR range: a laboratory for undergraduate information assurance education. *Journal of Computing in Small Colleges*. **16**,4 (2001), 223-232.
- [Sloan, 2002] Joseph D. Sloan, A remotely accessible networking laboratory. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. **18**,2 (2002), 215-222.
- [TECHtionary] Animated technology intelligence source. Introduction of VoIP. Available at: <http://www.techtionaryna.com/knowledgestorm/voip3.swf> (15.4.2005)
- [Turner and Robin, 2001] Ken Turner and Iain Robin, JASPER (Java Simulation of Protocols for Education and Research). Available at <http://www.cs.stir.ac.uk/~kjt/software/comms/jasper/> (15.4.05).
- [Yoo and Hovis, 2004] Sung Yoo and Scott Hovis, Remote access internet-working laboratory. In: *Proc. of 35th SIGCSE technical symposium on Computer science education*. (2004), 311-314.

Liiketoimintasääntökannan käyttö 4-taso-ohjelmistoarkkitehtuurissa

Marko Koivu

Tiivistelmä.

Tämä tutkimus selvittää, minkälainen ratkaisu voisi tulla kyseeseen, kun liiketoimintasääntökantaa käytetään 4-taso-arkkitehtuurin mukaisessa ohjelmistossa. Tutkimuksessa esitellään keskeisimpiä aiheeseen liittyviä käsitteitä, liiketoimintasääntökantaratkaisuja sekä liiketoimintasääntömoottoreita. On kannattavaa eriyttää liiketoimintasäännöt erilliseen sääntökantaan sen takia, että tällöin säännöt eivät ole koodattuna ohjelmakoodin joukkoon. Sääntökannan käytöstä seuraa hyötyinä järjestelmän parantunut joustavuus, selkeys ja hallittavuus. Tutkimus keskittyy Java- ja open source –tuotteisiin, jotka ovat ilmaisia. Tutkimuksen tuloksena valittu arkkitehtuuriratkaisu koostuu tietokannasta, (liiketoiminta-)sääntökannasta, sääntömoottorista (Mandarax) sekä sääntömoottoria ja tietokantaa kutsuvasta varsinaisesta ohjelmasta.

Avainsanat ja –sanonnat: Liiketoimintasääntökanta, tietokanta, liiketoimintasääntö, 4-taso-arkkitehtuuri, tasoarkkitehtuuri, liiketoimintasääntömoottori, Java, J2EE, Mandarax, sovelluskehitys, ohjelmisto.

CR-luokat: H.1.m, D.2.11, K.1 Standards, K.4.3

1. JOHDANTO

Tutkimuksen ydin on tutkia liiketoimintasääntökannan käyttöä 4-taso-arkkitehtuurin mukaisissa ohjelmistoissa. Painotan Java-ohjelmointia, mutta myös Microsoftin vastineita on arvioitu. *Liiketoimintasääntöjen* (Business Rule) käyttö tietojärjestelmissä on ollut aina ajankohtainen, koska tietojärjestelmän prosessit muodostuvat tietojen käsittelystä liiketoimintasääntöjen mukaisesti. Ohjelmistosuunnittelun alalla on alettu eriyttämään liiketoimintasäännöt erilliseen liiketoimintasääntökantaan.

Tutkimuksen tavoitteena on hahmottaa malli, minkä mukaan liiketoimintasääntöjä käytetään ohjelmistoissa erillisessä ohjelmisto-arkkitehtuuritasossa. Taso muodostuu liiketoimintasäännöistä, liiketoimintasääntökannasta sekä niiden yhteyksistä ohjelmiston muihin tasoihin dynaamisesti. Tutkimus kuvaa, miten liiketoimintasääntökanta rakennetaan osaksi tietojärjestelmää, kun ohjelmisto toteutetaan suurissa ohjelmistoissa käytettävää 4-taso-arkkitehtuuria käyttäen. Tutkimuksessa selvitetään jo olemassa olevien ratkaisujen käytön mahdollisuutta. Lisäksi tutkimus esittää,

mitä aihealueesta on aiemmin tutkittu ja mitä tutkimuksia on tulossa (varsinkin OMG:llä on erilaisia suosituksia työn alla). Tutkimuksen yksi tarkoitus on esittää millaisia liiketoimintasääntöjä saadaan käyttöön mallin mukaisella menetelmällä.

Tässä luvussa kerroin johdannon tutkimusaiheen motivaatiosta sekä tutkimuksen tarkoituksesta ja menetelmistä. Toisessa luvussa käyn läpi aiheeseen liittyvät keskeiset käsitteet. Kolmannessa luvussa esittelen *liiketoimintasääntökanta*-ratkaisuja (Business Rule Base, BRB) ja neljäs luku sisältää *liiketoimintasääntö-moottorien* (Business Rule Engine, BRE) kuvauksia. Viidennessä luvussa esittelen valitun arkkitehtuurin, joka on ratkaisu esitettyyn tutkimusongelmaan. Kuudes luku sisältää sääntömoottorin käyttämiseen liittyvää tarkempaa tietoa ja suunnittelua. Seitsemäs luku sisältää ratkaisun analysointia ja lopuksi kahdeksas luku on tutkimuksen yhteenveto.

2. KÄSITTEET

Tässä luvussa esittelen keskeisimmät tutkimuksen aiheeseen liittyvät käsitteet kuten liiketoimintasääntökanta ja tasoarkkitehtuuri. Olen jakanut käsitteet sääntö-, prosessi-, tekniikka- ja standardipainotteisiin käsitteisiin selventääkseni käsiteluetteloa. Sääntökohdassa käyn läpi liiketoimintasääntöihin liittyviä käsitteitä. Prosessikohdassa esittelen prosesseihin liittyviä käsitteitä ja tekniikkakohdassa esittelen teknisempiä käsitteitä. Käsitteet on pyritty esittelemään aakkos- järjestyksessä, mutta dokumentin luettavuuden vuoksi joidenkin käsitteiden järjestystä on hieman muutettu.

2.1. Sääntöpainotteiset käsitteet

Tässä kohdassa esittelen sääntöpainotteiset käsitteet, joita ovat liiketoimintasääntöajattelu, liiketoimintasääntö ja liiketoimintamalli. Muitakin sääntöihin liittyviä käsitteitä on, mutta esittelen ne myöhemmissä kohdissa.

2.1.1. Liiketoimintasääntöajattelu

Ohjelmistojen ylläpidettävyyden taustahistoria on karkeasti ottaen seuraava: Ohjelmistoteollisuudessa on ollut käytössä erilaisia tapoja ylläpidettävyyden parantamiseksi. Ohjelmistojen ylläpidettävyys alkaa perusasioista kuten selkeistä muuttujien nimistä ja hyvästä ohjelmarakenteesta. Olio-suuntautuneessa ohjelmoinnissa tiedot kapseloidaan luokkiin kyseisiä tietoja käsittelevien operaatioiden kanssa. Kapselointi jäsentää ohjelman sisäistä rakennetta. Lisäksi ohjelmistoihin on pyritty rakentamaan joustavuutta ja selkeyttä jakamalla ohjelmat *tasoihin* (layer / tier), missä kukin taso vastaa tietystä tehtävästä. Kukin taso on voinut toimia käyttöjärjestelmäriippumattomastikin eri tietokoneissa.

Liiketoimintasäännöt ovat olleet edelleen liiketoimintalogiikkatason palveluiden ohjelmakoodin joukossa. Tämän vuoksi ohjelmistoja on ollut hyvin työlästä muuttaa. Kymmenien tuhansien tai jopa miljoonien koodirivien joukosta on todella tuskallista etsiä liiketoimintasääntöjä ja niiden monimuotoisia riippuvuuksia.

Nyt ohjelmistoteollisuudessa on tarkoitus eriyttää liiketoimintasäännöt omaan tasoonsa liiketoimintasääntökantaan. Viimeaikoina ajatus liiketoimintasääntökannan käyttämisestä on saanut enemmän jalansijaa. Esimerkiksi Business Rules Group (BRG) ja Object Management Group (OMG) ovat tehneet perustutkimusta aiheeseen liittyen. BRG on esittänyt *liiketoimintasääntö-motivaatiomallin* (Business Rule Motivation Model, BRMM) sekä tutkinut ja esittänyt liiketoimintasäännöille tyyppiluokituksen. OMG on aloittanut standardisuositusten tekemisen liittyen liiketoimintaprosesseihin ja liiketoimintasääntöjen mallintamiseen.

Liiketoimintasääntöjen käyttäminen liiketoimintasääntökannasta käsin muuttaa ohjelmistokehitys-paradigmaa huomioimaan paremmin liiketoiminta-ajattelun. Painopiste siirtyy kohti liiketoimintasääntöjen kartoittamista ja ylläpitämistä. Liiketoimintasääntöjen selkeyden ja joustavuuden vuoksi mahdollistuu nopeampi sopeutuminen muuttuvaan liiketoimintaympäristöön. Halle [2002] on laatinut hyvän teoksen liittyen liiketoimintasääntöajattelun toteuttamiseen käytännössä. Halle kuvaa esimerkiksi sääntöjen kartoituksen, analysoimisen ja ylläpitämisen.

2.1.2. Liiketoimintasääntö

Liiketoimintasääntö (Business Rule) on atomaarinen rakenteellinen yrityksen liiketoimintaa ohjaava tai rajoittava sääntö. Liiketoimintasääntö on tarkimmalla mahdollisella tasolla oleva sääntö, joka on vielä tarpeellinen kyseisen yrityksen liiketoiminnan kannalta. [Bachman et al., 2000; BRG, 2003] Liiketoimintasääntöjen elinkaari on pidempi kuin teknologioiden, joten olisi hyvä, mikäli liiketoimintasäännöt olisivat standardilla notaatiolla kirjattuja.

BRG jakaa liiketoimintasäännöt kolmeen tyyppiin. *Rakenteellinen väittäjä* (structural assertion) on yrityksen rakennetta kuvaava käsite tai fakta-lause, joka koostuu termeistä. *Toiminnallinen väittäjä* (action assertion) on yrityksen toimintaa rajoittava rajoite- tai ehtolause. *Johtamistyyppinen* (derivation) liiketoimintasääntö on tietämyslause, joka johdetaan muusta liiketoiminnan tietämyksestä. [Bachman et al., 2000]

Rakenteita ilmaisevat liiketoimintasäännöt pohjautuvat *faktatyyppeihin* (käsitetason faktoihin). Faktatyyppit koostuvat käsitteistä ja niiden välisistä suhteista kuten '*henkilö voi olla naimisissa*'. Faktat ovat ilmentymätason faktoja tai tietämystä, kuten '*Pekka Virtanen on naimisissa*'. [Ross, 2003a] Faktatyyppit ja faktat ovat tavallaan myös tietämystä.

Morgan [2002] esittää useampia erilaisia sääntötyyppejä: *Perusrajoite* (basic constraint) on yksinkertainen rajoittava sääntö ja *rajoitelista* (list constraint) koostuu säännöstä sekä useasta tarkentavasta rajoitteesta. *Määrittelysääntö* (classification) esittää, milloin jokin olio lankeaa käsitteen alle. *Laskennallinen* (computation) sääntö esittää laskukaavan ja enumeraatio määrittää joukon alkioita. Lisäksi Morgan esittää, että kompleksisia sääntöjä voi tarpeen mukaan jakaa pienempiin osiin ja muodostaa osista *sääntöjoukkoja* (rule set).

Rossin [2003a, ss. 186-188] mukaan prosessien proseduurit ei korvata liiketoimintasäännöillä, vaan liiketoimintasäännöt ovat erillisiä toimintaohjeita,

jotka ohjaavat prosesseja. Säännöt pidetään erillään proseduureista. Ross [2003a, ss. 188-192] jakaa liiketoimintasäännöt myös prosessisääntöihin ja tuote- tai palvelusääntöihin. Prosessisäännöt ovat prosessia ohjaavia sääntöjä, esimerkiksi *"vaatimus on annettava toimeksi tutkijalle, mikäli petosta epäillään"*. Esimerkkisääntö siis ohjaa vaatimuksen tutkijalle petostapauksissa. Tuote- ja palvelusäännöt ovat päätöksen tekoon liittyviä sääntöjä, esimerkiksi *"vaatimuksesta, mikä sisältää saman lääkärin kattavia käyntejä tai konsultointeja samalle potilaalle, ei pidä maksaa useammin kuin kerran 180 päivän sisällä"*.

2.1.3. Liiketoimintamalli

Liiketoimintamalli voi koostua esimerkiksi käsiteluettelosta, käsitekaavioista, tekstuaalisista selityksistä ja prosessikuvauksista. Liiketoimintamalli on osa yrityksen tietoarkkitehtuuria, jota tarvitaan yrityksen tietojen hallinnassa.

Ross [2003a, ss. 192-194] kirjoittaa, että sovelluskomponentit tulee integroida liiketoimintaan komponentteja ja liiketoimintaa esittävien mallien avulla. Rossin mukaan liiketoimintaan liittyvistä asioista tehdään malleja kartoittamalla liiketoiminnan tavoitteet, tekemällä organisaationaalinen työmalli ja liiketoiminta-politiikkaluettelo. Ross jatkaa, että komponenttien integrointia liiketoimintaan täydentävät faktamalli, prosessimallit ja kartta yhteyksistä sekä linkeistä. Rossin [2003a, ss. 205-206] mukaan käsiteluettelossa ovat faktamallissa esiintyvät käsitteet, ja toisaalta faktamalli kuvaa rakenteelliset liiketoimintasäännöt. Faktamallin ja loogisen tietomallin ero on lähinnä siinä, että ne ovat eri abstraktiotasolla.

2.2. Prosessipainotteiset käsitteet

Tässä kohdassa esittelen prosesseihin liittyviä käsitteitä, joita ovat laukaisin, prosessi ja tapahtuma. Laukaisin käynnistää prosessin ja liiketoiminta etenee tapahtumina. Laukaisin laukeaa tapahtumasta.

2.2.1. Laukaisin

Tietokannat kuten Microsoft SQL Server tai Oracle tukevat paitsi rajoitteita niin myös *laukaisimia* (trigger). Siten laukaisimien ei välttämättä tarvitse olla varsinaisessa tietokoneohjelmassa.

Laukaisin laukeaa laukaisimeen määritetyn tapahtuman yhteydessä, jolloin laukaisin ajaa määritetyn toiminnon. Laukaisimeen voi määrittää myös ehtoja ja ohjeita siitä, missä tapauksissa ja miten toiminto suoritetaan. Esimerkiksi toiminto voidaan suorittaa ennen tai jälkeen tapahtumaa tiedon poiston, päivittämisen tai lisäyksen yhteydessä. Toiminto voi käyttää uutta tapahtuman jälkeistä tietoa tai vanhaa tietoa ennen tapahtumaa olevalta ajalta. [Widom and Ceri, 1996]

2.2.2. Prosessi

Prosessi on proseduraalinen suoritus, joka käyttää sääntöjä ja etenee *työkaavion* (workflow) mukaisesti. Yleensä liiketoiminnan perusjärjestelmät ovat tapahtumapohjaisia, ja tapahtumapohjaisissa järjestelmissä tapahtumat käynnistävät prosesseja. Prosessit käynnistyvät joko suoraan ohjelmasta käyttäjän tai muiden laukaisimien avulla.

2.2.3. Tapahtuma

Liiketoiminta etenee *tapahtumina* (event). Esimerkiksi asiakkaan tilauksen saapuminen on tapahtuma, joka laukaisee tilauksenkäsittelyprosessin. Ross [2003a, ss. 70-71] esittää, että liiketoimintasääntöjen ja tapahtumien välillä on yhteys deklarattiivisten sääntöjen kautta: Esimerkiksi tilaus-tapahtumaan liittyy seuraava sääntö: "*Asiakkaalle pitää nimetä myyjä, jos asiakas tekee tilauksen.*" Tällöin, kun asiakas tekee tilauksen on asiakkaalle nimettävä myyjä.

Ross [2003a, s. 71] tarkastelee tapahtumia liiketoimintanäkökulman ja tietojärjestelmänäkökulman avulla. Tietojärjestelmässä tapahtuman perusteella huomioidaan tai kirjataan asioita tietokantaan, ja kirjaamisessa tarvitaan termeistä ja faktoista koostuvaa fakta-mallia.

2.3. Tekniikkapainotteiset käsitteet

Tekniikkapainotteisia tutkimuksen aiheeseen liittyviä käsitteitä ovat esimerkiksi liiketoimintasääntömoottori, liiketoimintasääntökanta, tasoarkkitehtuuri ja sovelluspalvelin. Esittelen mainitsemani käsitteet seuraavissa alakohdissa.

2.3.1. Liiketoimintasääntömoottori

Liiketoimintasääntömoottori (Business Rule Engine, BRE) on ohjelma tai ohjelmamoduuli, jonka avulla käytetään sääntökantaa. Ross [2003a] jakaa liiketoimintasääntömoottorit tietokantaa käyttäviin ja päättelykoneisiin.

Päättelykone-tyyppinen sääntömoottori on *päättelykone* (inference engine), joka päättelee käytettävien sääntöjen perusteella tuloksia. Päättelykone voi lukea päättelysäännöt tietokannasta. Esimerkiksi Mandarax [Dietrich, 2003] on päättelykone, joka päättelee tai laskee tuloksia tietämyksen (ilmentymätason faktojen) tai muiden sääntöjoukkojen perusteella.

Chisholm [2004] esittelee tietokantaa käyttävän sääntömoottorin, jonka avulla voidaan ylläpitää faktoina tallennettavia liiketoimintasääntöjä. Chisholmin sääntömoottorilla voidaan muun muassa rakentaa tietokannan relaatorakenne käyttäen graafista lomakekäyttöliittymää. Relaatorakenteet syntyvät faktatyyppien mukaisiksi. Sääntömoottorin lomakkeissa on käyttäjää varten selkeästi liiketoimintasääntönäkökulma, joten käyttäjän ei tarvitse tietää teknisiä yksityiskohtia. Chisholm jättää päättelykone-osuuden vähälle huomiolle. Chisholmin sääntömoottori on toteutettu käyttäen Microsoft Access-tietokantaa ja Visual Basic -ohjelmointikieltä.

2.3.2. Liiketoimintasääntökanta

Liiketoimintasääntöjen ja liiketoimintasääntökannan (Business Rule Base, BRB) käytössä lähtökohtana on eriyttää perustietojenkäsittelyn eli *transaktiojärjestelmien* (transaction processing systems, TPS) liiketoimintaprosessien liiketoimintasäännöt erilleen muusta ohjelmakoodista. Liiketoimintasääntökanta tulee *tietokannan* (database) rinnalle, ja liiketoimintasääntökantaan tallennetaan liiketoimintasäännöt. Sääntökantaa käytetään sääntömoottorin avulla. Aktiiviset tietokannat tarjoavat mahdollisuuden tallentaa rajoitteita ja muita sääntöjä tietokantatriggereiksi ja rajoitteiksi [Widom and Ceri, 1996].

Sääntökanta on hyvä tallentaa tietokantaan varsinaisen tietokannan rinnalle, sillä säännöt ovat tavallaan tietoja. Tietojen tallentamisesta ja käsittelystä tietokannassa on alalla jo paljon kokemusta. Kuitenkin sääntökanta pidetään erillisenä kokonaisuutenaan suhteessa tietokantaan, sillä myös varsinaiset tiedot tallennetaan edelleen tietokantaan.

Sääntökannat jaetaan lähinnä *tietämyskantatyyppeihin sääntökantoihin* ja selkeästi sääntöjen tallentamiseen tarkoitettuihin *varsinaisiin sääntökantoihin*. Tietämyskantatyypinen sääntökanta muistuttaa rakenteeltaan tavallista tietokantaa, minkä rakenne saadaan tietämusrakenteita kuvaavista säännöistä eli faktatyypeistä ja niitä tarkentavista rajoitteista. Tietämyskantatyypisen sääntökannan ohessa voi olla myös sääntöjen metatiedot tallentava sääntökanta [Chisholm, 2004; Halle, 2002]. Butleris ja Kapocius [2002] esittävät varsinaisen sääntökannan, jonka relaatiorakenne on tarkoitettu vain liiketoimintasääntöjen tallentamiseen metatietoineen.

Tietämyskantatyypisen sääntökannan rakenne on muodostunut faktatyypeistä käsitteellisen mallin (esimerkiksi objekti-rooli –mallin (ORM)) kaavion pohjalta. [Halpin, 2001, s. 407] Tietämys toimii faktatyyppisinä sääntöinä, ja tietämys tallennetaan sääntökantaan [Chisholm, 2004]. Tietokannan rakenteissa on osa säännöistä kovakoodattuna faktatyyppisiin. Chisholm [2004] esittääkin, että järjestelmän loppukäyttäjät voisivat laajentaa tietokantaa sääntömoottorin avulla, jotta tietokannan rakenteissa olevia sääntöjä voisi myös muuttaa. Halle [2002] puolestaan esittää, että loogista tietomallia laajennetaan säännöillä. Hallen mukaan säännöillä luotu tieto on tietämystä, joka tallennetaan relaatioiden kenttiin, jotka ovat nimetty säännön mukaan. Paras joustavuus saavutetaan varsinaisella sääntökannalla.

Tietokannan rakenne muodostuu käsitteellisen mallin mukaiseksi. Siten osa säännöistä eli faktatyyppit määräävät tietokannan rakenteen, jolloin tietokantaan voidaan tallentaa faktoja. Tietokannassa faktatyyppi-rakenteina olevan sääntökannan sääntöjä voi käsitellä tietokantasuuntautuneella sääntömoottorilla [Chisholm, 2004; Ross, 2003a], sekä päättelykone-sääntömoottorilla [Dietrich, 2003]. Muut säännöt kuten laskennalliset säännöt, ehdot ja rajoitteet voidaan selkeämmin tallentaa esimerkiksi Butleriksen ja Kapociuksen [2002] esittämään varsinaiseen sääntökantaan. Varsinaisen sääntökannan yhteydessä voi myös käyttää päättelykonetta tai tietokantasuuntautunutta sääntömoottoria.

Tietämuskanta-käsite tulee esiin *tietämyksenhallinnan* (knowledge management) ja *asiantuntijajärjestelmien* (expert systems) yhteydessä, koska päättelykone-tyyppisiä sääntömootteita käytetään perinteisemmin asiantuntijajärjestelmissä. Päättelykoneiden yhteydessä sääntökannasta käytetäänkin usein nimitystä 'tietämuskanta'. Tietämys eli päättelysäännöt voidaan lukea päättelykoneeseen suoraan tietokannan tiedoista, toisin sanoen säännöistä.

Toisaalta myös Ross [2003a, s. 25] esittää, että liiketoimintasääntöjen käytöllä ja tietämyksenhallinnalla on yhtymäkohtia. Chisholmin [2004] mukaan tietokantaan (sääntökantaan) tallennetaan ilmentymätason faktoja liiketoimintasääntöinä etenkin, kun käytetään tietokantasuuntautunutta sääntömoottoria. Mielestäni ilmentymätason tietämys tulee tallentaa tietokantaan, koska tietokanta on tietojen tallentamista ja hakuja varten. Järjestelmän kehittäjän on ratkaistava, mitä tietokannassa olevaa tietämystä käytetään prosesseja ohjaavina sääntöinä, ja mikä on tavallista tietoa.

Sääntökannan säännöt ohjaavat prosesseja. Varsinaisen tietokannan tiedot sekä tietoja käsittelevät prosessit määräävät, mitä sääntöjä käytetään. Chisholmin [2004] mukaan myös tietokantasuuntautuneen sääntömoottorin sääntöjä tulee käyttää liiketoiminnan tietojen, jotka ovat varsinaisessa tietokannassa, ohjaamana. Mielestäni jää avoimeksi, kannattaako ollenkaan sallia, että prosessit käsittelevät sääntöinä toimivaa ilmentymätason tietämystä?

Ross [2003a, ss. 179-181] tähdentää, että liiketoimintasääntöjen ylläpitämisessä tulee ottaa huomioon myös sanastonhallintaan ja sääntöjen väliseen jäljitettävyyteen liittyviä asioita. Lisäksi Rossin mukaan säännöistä tulisi ylläpitää metadataa, joka helpottaa sääntöjen hallintaa, hakemista ja käyttöä. Ross esittää listan tyypillisistä kysymyksistä, joita liiketoiminnan työntekijät ja analyttikot voivat kysyä säännöistä. Kysymyksiä ovat esimerkiksi:

- Mihin liiketoiminnan alueeseen sääntö liittyy?
- Mitä työtehtävää sääntö ohjaa?
- Missä sääntöä käytetään?
- Mitkä uuden järjestelmän suunnittelun osat pitää huomioida sääntö?
- Milloin sääntö luotiin, tuli voimaan, kuka loi ja miksi?
- Onko säännöstä aiempia varsioita?
- Onko sääntö vielä voimassa?

Rossin [2003a, ss. 179-181] mukaan sääntöjen välisessä jäljitettävyydessä tulee ottaa huomioon asioita, jotka on lueteltu taulukossa 1.

Sääntö on poikkeus toiseen sääntöön.
Sääntö mahdollistaa toisen säännön.
Sääntö kattaa toisen sääntöön.
Sääntö on semanttisesti sama kuin toinen sääntö.

Sääntö on samankaltainen kuin toinen sääntö.
Sääntö on ristiriidassa toisen säännön kanssa.
Sääntö tukee toista sääntöä.
Sääntö tulkitaan toisesta säännöstä.

Taulukko 1 Sääntöjen välisten yhteyksien tyypit.

2.3.3. Tasoarkkitehtuuri

Tasoarkkitehtuurilla (multi-tier architecture) tarkoitetaan, että tietojärjestelmän tietokoneohjelman rakenne jaetaan tasoihin. Kullekin tasolle tulee kyseiseen tasoon kuuluvaa toiminnallisuutta. Tasot jaetaan yleensä teknisten lähestymistapojen mukaisesti siten, että kukin taso huolehtii jostakin tietystä tehtävästä. Tasoarkkitehtuureista yleisin kirjallisuudessa lienee kolmitasoarkkitehtuuri, jossa tasot ovat käyttöliittymä-, logiikka- ja tietokantataso. Tasoarkkitehtuurissa, jossa on neljä tasoa, jaetaan logiikkataso vielä erikseen sovelluslogiikka- ja liiketoimintalogiikkatasoihin. Sovelluslogiikka on logiikkaa, jota tarvitaan sovelluksen toimintaan, ja liiketoimintalogiikka erottuu selkeästi nimenomaan liiketoiminnan prosessien logiikaksi. Kirjallisuutta tasoarkkitehtuureista löytyy esimerkiksi J2EE- [Austin and Pawlan, 1999; Armstrong et al., 2004] ja .NET-kirjallisuudesta [MS.NET 2003; 2005].

2.3.4. Sovelluspalvelin

Sovelluspalvelimia käytetään yleensä 3- ja 4-tasoarkkitehtuureissa sovelluksen alustana. Esimerkiksi J2EE-arkkitehtuurissa käytetään J2EE-sovelluspalvelinta. Sovelluspalvelin tarjoaa sovelluksen käyttöön valmiita perusinfrastruktuuri-palveluita, jolloin ohjelmoijan ei itse tarvitse rakentaa niitä. Palveluita ovat esimerkiksi tietokantayhteysaltaan hallinta, tieto-olioiden välimuistialtaan hallinta, säikeiden hallinta, osoitekirjasto ja *verkkopalvelu-* (Web Services) infrastruktuuri. [Armstrong et al., 2004]. J2EE-sovelluspalvelimia löytyy useilta toimittajilta, mukaan lukien ilmainen open source -sovelluspalvelin JBoss [2005]. J2EE:n rinnalle Microsoft on kehittänyt .NET-teknologian, joka on vastaava arkkitehtuuri ja maksullinen sovelluspalvelin. .NET toimii käytännössä vain Windows-ympäristössä [MS.NET, 2003; 2005].

2.4. Standardeja ja muita käsitteitä

Tietojenkäsittelyn alalla syntyy nopeasti laadittuja standardimaisia sopimuksia, joita alan yritykset ja organisaatiot käyttävät. Koska tietojenkäsittelyn ala etenee nopeasti eteenpäin, tällaisia sopimuksia yleensä käytetään, vaikka ne eivät olisi edenneet todellisiksi teollisuusstandardeiksi asti. Sopimukset syntyvät joko organisaatioiden yhteenliittymien kuten OMG:n kautta tai erilaisten tutkimusten tuloksina.

2.4.1. JSR 94: Java™ Rule Engine API

Sun Microsystems:n *JCP-projektissa* (Java Community Process) on valmistunut Java API (Application Programming Interface) -standardi sääntömoottoreille. Tätä standardia käytettäessä tulee ladata JESS (BRE), mutta myös muut BRE:t voivat toteuttaa standardin mukaisen rajapinnan. BEA Systems ehdotti standardia ja standardin kehitysprojektia on vetänyt ILOG:n Daniel Selman. Projektissa on ollut mukana myös muun muassa IBM:n ja Oraclen edustajat. [JCP, 2004] Jos projektissa käytetään Javaa, niin kannattaa tutustua Java API -standardeihin.

2.4.2. RuleML

Sähköisessä kaupankäynnissä liiketoimintasääntöjen käyttö on korostunut: Esimerkiksi IBM on kehittänyt CommonRules-tekniikan tukemaan sähköistä kaupankäyntiä [Grosf, 1999]. Näistä lähtökohdista on käynnistynyt RuleML-projekti. RuleML [2005] on standardi sääntöjen merkitsemistapa, jota kehitetään RuleML Initiative -projektissa. Projektin sivuilla mainitaan, että valmis työ saatetaan lähettää W3C:lle standardiehdotukseksi. RuleML:n aloitteessa on mukana yliopistoja ja yrityksiä, esimerkiksi myös IBM:n ja Sun Microsystems:n edustajat.

RuleML:n ja OMG:n standardien välinen yhteensopivuus tai päällekkäisyys jää arvioitavaksi. Kuitenkin RuleML vaikuttaa selkeältä kohtalaisen vahvalta aloitteelta alan standardoinnissa, joten siihen kannattaa siksi tutustua.

2.4.3. RuleSpeak ja Ross-metodi

Ronald Ross ja Business Rule Solutions ovat kehittäneet sääntömetodin ja RuleSpeak-sääntömallit. Rossin metodi kattaa useimmat sääntötapaukset ja mahdollistaa sääntöjen esittämisen graafisesti [Ross, 1997]. Butleris ja Kapocius [2002] ovat rakentaneet sääntökantansa Rossin metodin kanssa yhteensopivaksi. RuleSpeak-mallit esittävät kuinka säännöt muodostetaan tavallisen kielen lauseiksi. Mallit auttavat pitämään säännöt yhtenäisinä ja helpottavat sääntöjen käyttäjiä. [Ross, 2003a]

2.4.4. Open Source

Open source -ratkaisut ovat ilmaisia ja usein laadukkaita sekä jatkokehitettävissä myös itse. Vaikka open source -tuotteet ovat ilmaisia, niin niiden uskottavuuden puute helppokäyttöisyyden, käytettävyyden ja kehittymisen suhteen ovat ohjelmistokehittäjien ja liiketoiminnasta päättävienkin mielissä.

Eräs helppokäyttöisyyteen ja käytettävyyteen yleensäkin vaikuttava asia on yhteensopivuus. Microsoftin tuotteet ovat pääasiassa yhteensopivia keskenään. Toisaalta open source -maailmassa on taipumusta syntyä edistyksellisimpien tuotteiden välille yhteensopivuutta open source -kehittäjäyhteisön toimesta. Vaikka Microsoftin Visual Studio ja Microsoft .NET

ovat hyvä yhteensopiva paketti, niin myös open source –puolelta löytyy yhteensopivuutta: Hyvänä esimerkkinä on, että Eclipse (IDE) ja JBoss (J2EE-sovelluspalvelin) toimivat hyvin yhteen ja ovat kunnollisia. Eclipsestä tosin puuttunee graafisten käyttöliittymien IDE, mutta muuten Eclipse on erinomainen. Toisaalta open source –tuotteet paranevat jatkuvasti ja open sourcella on loppujen lopuksi hyvä yhteisö takanaan. Onhan open sourcea jo käytössä varsin paljon, ja uutisistakin on voinut lukea IBM:n satsanneen miljoonia Linux-kehitykseen. Lisäksi J2EE (Java) toimii useissa eri käyttöjärjestelmissä, kun taas Microsoftin tuotteet käytännössä vain Windows:ssa.

3. LIIKETOIMINTASÄÄNTÖKANNAT

Tässä luvussa esittelen, mitä liiketoimintasääntökanta-ratkaisuja on olemassa, kun asiaa selvitetään sääntömoottoreittain. Sääntökantaratkaisun mahdollinen toteutus vaihtelee jonkin verran riippuen käytetystä liiketoimintasääntömoottorista.

Olisi tärkeää, että liiketoimintasäännöt tallennettaisiin sellaisessa muodossa, että ne voidaan siirtää myöhemmin käytettäväksi uudella teknologialla. Suuri osa liiketoimintasäännöistä ei tule juuri vaihtumaan silloinkaan, kun jokin teknologia käy vanhaksi. Liiketoimintasääntöjen prosenttiluvut ja muut luvut muuttuvat aika-ajoin, mutta itse säännöt eivät niin usein. On esimerkiksi olemassa yrityksiä, jotka ovat olleet olemassa jo 1800-luvulta alkaen. Jos sääntöjen notaatio muuttuu uuden teknologian myötä, niin silloin pitää rakentaa tai hankkia muunninohjelman vanhan notaation sääntöjen muuntamiseksi uuteen notaatioon.

3.1. Microsoft BizTalk Server

Microsoftin BizTalk Server sisältää myös liiketoimintasääntömoottorin (BRE), jota liiketoimintaprosessit voivat käyttää. BRE:n avulla on helpompi esittää liiketoimintasäännöt. [Chappell, 2004] BizTalkin käyttämän sääntökannan rakenteesta en löytänyt kuvausta, mutta kuvaus saattaa olla olemassa.

Esimerkki BizTalk Serverin helppokäyttöisyydestä on, että liiketoimintaprosessit, jotka voidaan ohjelmoida ohjelmakoodiin, voidaan vaihtoehtoisesti luoda myös graafisen käyttöliittymän avulla. Graafis-avusteinen luonti tapahtuu BizTalk Serverin ja Visual Studio .NET:n avulla. Lisäksi apuna voi käyttää Microsoft Visio –mallinnusohjelmaa. [Chappell, 2004]

3.2. JESS

JESS on kevyt Java-pohjainen sääntömoottori, jonka käyttö on maksullista. Kuitenkaan JESS:n [Friedman-Hill, 2005] manuaalissa ei juurikaan mainita itse sääntökantaa vaan keskitytään päättelytoiminnallisuuteen. JESS on päättelykone, jonka yhteydessä voidaan käyttää sääntökantaa. JESS:ä käytettäessä on mahdollista ajaa käskyjä myös komentorivipohjaisesti.

3.3. Mandarax

Mandarax on ilmainen open source -säätömoottori. Mandarax on päättelykone ja se voi käyttää sääntöjä erilaisista tietolähteistä. Tietolähteinä voivat olla esimerkiksi XML-tiedostot tai tietokanta. Mandarax:ssa on muun muassa tietokannassa olevan sääntökannan käsittelyyn erillinen sql-paketti. [Dietrich, 2003; 2004a]

4. LIIKETOIMINTASÄÄNTÖMOOTTORIT

Tässä luvussa kuvailen joitakin keskeisiä liiketoimintasäätömoottoreita. Kaupalliset säätömoottorit vaihtelevat järeistä kalliista säätömoottoreista ominaisuuksiltaan kevyisiin edullisiin säätömoottoreihin. Tämän lisäksi on olemassa ilmaisia open source –säätömoottoreita, jotka eivät kuitenkaan vastaa ominaisuuksiltaan kaupallisia.

4.1. Microsoft BizTalk Server

Microsoftin liiketoimintasäätömoottori-tuote (BRE) sisältyy Microsoftin BizTalk Server –palvelintuotteeseen [BizTalk, 2003a]. Microsoftin BizTalk Server:n avulla järjestelmän liiketoimintaprosessit voivat käyttää liiketoimintasäätömoottoria. Säätömoottorin avulla on helpompi esittää liiketoimintasäännöt. [Chappell, 2004]

Usein Microsoftin tuotteet ovat olleet vähemmän laadukkaita tai vähemmän päteviä kuin monet open source –tuotteet (vertaa esimerkiksi Windows:n ja Linux:n tietoturva tai Visual Basic 6.0 ja Java-ohjelmointikieliä keskenään). Kuitenkin Microsoftilta on tullut paljon erinomaisia tuotteita kuten Excel-taulukko- laskentaohjelma, ja yleensäkin Microsoftin tuotteet ovat olleet helpompikäyttöisiä kuin useat muut tuotteet. Vaikka Microsoftin tuotteet ovat kalliita suhteessa open source –tuotteisiin, niin silti useat yritykset käyttävät Microsoftin tuotteita niiden helppokäyttöisyyden ja suuren levinneisyyden vuoksi.

Esimerkki BizTalk Serverin helppokäyttöisyydestä on, että liiketoimintaprosessien ohjelmakoodi voidaan vaihtoehtoisesti luoda myös graafisen käyttöliittymän avulla. Graafis-avusteinen luonti tapahtuu BizTalk Serverin ja Visual Studio .NET:n avulla. Lisäksi apuna voi käyttää Microsoft Visio –mallinnusohjelmaa. [Chappell, 2004]

BizTalk Server sisältää paljon muitakin toimintoja ja palveluita kuten muun muassa sovellusintegraatio, kauppakumppanien hallinta, liiketoimintaprosessien automatisointi ja hallinta, liiketoimintaprosessien valvonta, dokumenttien välitys, tiedonmuunnosprosessit, skaalautuvuus ja tietoturvan integrointi. [BizTalk, 2004; 2003b] Pelkästään säätömoottoria haluavalle pienelle tai keskisuurelle yritykselle BizTalk Server voi olla liian kallis ratkaisu. Nämä tuotteet sopivat hyvin suurille yrityksille.

4.2. JESS

JESS [Friedman-Hill, 2005] on Java-pohjainen sääntömoottori, joka toteuttaa Java™ Rule Engine API –standardin [JCP, 2004] mukaisen rajapinnan. JESS tukee JessML-sääntökieltä, joka on XSLT:n avulla muunnettavissa RuleML:ään ja takaisin. JESS käyttää eteenpäin päättelyä (RETE-algoritmia). Eteenpäin päättelyssä data poimitaan tietokoneen muistiin käsiteltäväksi.

James Owen [2004] vertailee edullisia *liiketoimintasääntöjen hallintajärjestelmiä* (Business Rule Management System, BRMS) ja asettaa ne ominaisuustaulukkoon suhteessa kaupallisiin vastineisiin. Owenin vertailussa ovat mukana edulliset JESS ja OPSJ. Vertailussa kaupallisia ja monipuolisempia tuotteita edustavat Blaze Advisor ja JRules. Vertailusta käy ilmi minkälaisia ominaisuuksia BRE-ratkaisuissa on käytetty: kaupallisissa versioissa on eniten ominaisuuksia. JESS on vertailun mukaan hieman monipuolisempi, paremmin dokumentoitu ja paremmin tuettu kuin OPSJ. Toisaalta OPSJ on nopeampi ja siinä on helpompi syntaksi kuin JESS:ssä.

4.3. Mandarax

Mandarax on ilmainen open source –sääntömoottori, jota kehitetään Jens Dietrichin vetämässä projektissa. Mandarax:n yhteyteen on saatavilla Oryx-käyttöliittymä, joka on maksullinen. [Dietrich, 2004a; 2004b; 2003]

Mandarax on saatavissa *LGPL-lisenssillä* (Lesser General Public License) [Dietrich 2004a; GNU 2005b], ja Oryx GPL-lisenssillä [GNU 2005a]. Kaupallisessa käytössä Oryx:stä pitää maksaa, tosin maksaminen kannattaa tarkistaa. Mandarax on käytössä esimerkiksi Teksasin hallituksessa ja Lontoon kaupungin yliopistossa [Dietrich 2004b, s. 24].

Mandarax ei tue JSR-94:n Java API –standardia, koska standardi on liian yleinen ja abstrakti. Kuitenkin Top Logic on kehittänyt Mandarax – JSR-94-kerroksen. [Dietrich 2004b, s. 16] Mandarax tukee XKB-sääntöajuria, joka on jokseenkin yhteensopiva RuleML:n kanssa, joskin tulevaisuudessa yhteensopivuutta saatetaan lisätä [Dietrich, 2003, ss. 20-22].

Dietrich kuvaa käsitteet "*taaksepäin-*" ja "*eteenpäin päättely*" (backward and forward reasoning), ja esittää, että Mandarax:n eräs hyvä puoli on, että Mandarax käyttää taaksepäin päättelyä. Taaksepäin päättely sopii paremmin liiketoimintasovelluksiin, koska niissä ei ole kovin paljon sääntöjä, kun taas dataa saattaa olla hyvinkin paljon. Sen sijaan useimmat kaupalliset BRE:t ja useat open source –BRE:t kuten JESS käyttävät eteenpäin päättelyä (RETE-algoritmia), jossa data poimitaan tietokoneen muistiin käsiteltäväksi. Datat synkronointi muistin ja tietokannan tai muiden tietolähteiden välillä on vaikeaa. Dietrich listaa muitakin etuja taaksepäin päättelylle, ja jatkaa esitystään myös semantiikan puolelle. [Dietrich, 2003, ss. 10-11]

Vaikuttaisi siltä, että Mandarax on hyvä vaihtoehto open source –BRE:istä. Dietrich [2004a] on koulutustaustaltaan tietojenkäsittelytieteiden tohtori, tehnyt väitöskirjan *päättelykehyyksiin* liittyen (inference frames) ja hänellä on seitsemän vuoden kokemus SmallTalk:sta ja Javasta suunnittelu- ja toteutustyössä. Mandarax on dokumentoitu, ja Mandarax:illa on jo

käyttäjäkuntaa. Lisäksi esimerkiksi Paul Wheatonin perustamalla keskustelusivustolla, JavaRanch [2004], eräät ohjelmistokehittäjät ovat kallistuneet hieman enemmän Mandarax:n kuin esimerkiksi JESS:n suuntaan: Mandarax on yksinkertaisempi käyttää kuin JESS, tosin Mandarax:ssa ei ole ihan kaikkia ominaisuuksia. Mandarax on myös ilmainen, kun taas JESS on maksullinen.

5. LIIKETOIMINTASÄÄNTÖ-ARKKITEHTUURI

Tässä luvussa esittelen arkkitehtuuriratkaisun, jossa yhdistyvät 4-taso-arkkitehtuuri sekä liiketoimintasäätömoottorin ja -kannan käyttö. Lisäksi esittelen liiketoimintasäätöjen käyttöä valitun ratkaisun avulla.

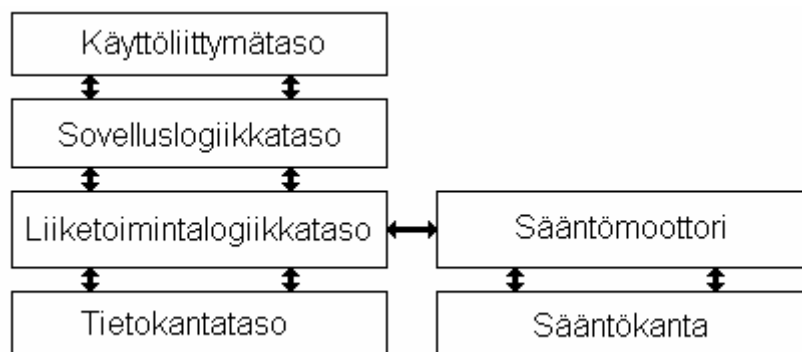
5.1. Ohjelmistotasot

Monitasoarkkitehtuurissa, tässä 4-taso-arkkitehtuurissa, on seuraavat tasot: käyttöliittymätaso, sovelluslogiikkataso, liiketoimintalogiikkataso (palvelut ja tietoluokat) sekä tietokantataso. Kuva 1 havainnollistaa tasoarkkitehtuuria.



Kuva 1. 4-taso-arkkitehtuuri.

Kun arkkitehtuuriin otetaan mukaan sääntömoottori ja sääntökanta, arkkitehtuuri näyttää kuvan 2 kaltaiselta.



Kuva 2. Ratkaisun arkkitehtuuri.

5.2. Liiketoimintasäätömoottori

Liiketoimintasäätömoottoria ei kannata rakentaa itse, ellei halua parempaa kuin olemassa olevat säätömoottorit. Olemassa olevat vaihtoehdot ovat kuitenkin varsin käyttökelpoisia ja monipuolisia – ja toisaalta kokonaan uuden säätömoottorin tekeminen on työläs prosessi.

Chisholm [2004, ss. 17-18] kertoo, että kaupalliset säätömoottorit eivät juurikaan ole yleispäteviä, vaan niiden ominaisuudet vaihtelevat. Yleispätevän säätömoottorin rakentaminen on Chisholmin mukaan erityisen vaikeaa. Chisholmilla meni kirjassaan esimerkkinä käyttämänsä säätömoottorin tekemiseen 2,5 kuukautta ja hän käytti ajasta kolmasosan varsinaiseen tekemiseen. Chisholmilla on 12 vuotta alan kokemusta, minkä pohjalta hän laati säätömoottorinsa yleiset suunnitelmat. Lisäksi Chisholmin säätömoottori on tietokantasuuntautunut (ylläpitää faktatyyppejä sekä ylläpitää ja käyttää faktoja eli sääntöjä) eikä päättelykone. Monimutkaisen päättelykoneen toteuttamiseen menee varmasti kauemmin.

Chisholmin ratkaisu tukee lähinnä faktatyyppejä ja -sääntöjä. Chisholm [2004, s. 4] esittää, että tietokantasuuntautuneisuutta tarvitaan yleensä enemmän kuin päättelykoneita, sillä päättelykoneita käytetään lähinnä asiantuntijajärjestelmissä. Olen samaa mieltä, että faktatyyppien ja -sääntöjen hallintaa tarvitaan. Toisaalta liiketoiminnassa tarvitaan laskentaakin, ja Chisholmin kirja jo valottaa faktatyyppien ja -sääntöjen hallintaa varsin pitkälle. Tutkin siis tässä tutkimuksessa päättelykone-osuutta, koska haluan saada myös yhdistettyä päättelykoneen ja liiketoimintasäännöt.

Tässä tutkimuksessa valitsin arkkitehtuurin osaksi open source Mandarax-säätömoottorin (versio 3.4) lähinnä sen ilmaisuuden ja käyttökelpoisuuden perusteella. Mandarax-säätömoottorin ominaisuuksia on kuvattu kohdassa 4.3, Mandarax. Perustietojenkäsittelyjärjestelmät (transaction processing systems, TPS) ovat yleensä tapahtumapohjaisia [Hoffer, 1999], ja Mandarax sopii hyvin tapahtumapohjaiseen järjestelmään.

Mandarax koostuu erilaisista *luokista* (class), joiden lähdekoodeista löytyy kunkin luokan yleisen tason kuvaus. Mandarax-projektista löytyy myös javadoc-dokumentointityökalulla luokkien kuvauksista generoidut API-dokumentit. Mandarax:n luokat on jaettu paketteihin, joita ovat esimerkki-, ydin-, kirjasto-, viite-, sql-, apuluokka-, xkb- ja zkb-paketit. xkb- ja zkb-paketit ovat XML-käsittelyä varten. [Dietrich, 2004a]

5.3. Liiketoimintasäätökanta

Arkkitehtuurissa käytetään tietokantaa, joten säännötkin tallennetaan tietokantaan. Säännöt tallennetaan kuitenkin erilleen muista tietokannan tiedoista siten, että tietokannassa on selkeästi erotettavissa oleva sääntökantaosio. Koska tässä tutkimuksessa keskitytään päättelykone-säätömoottorin käyttöön, niin säännöt tallennetaan tietämyksenä, joka on faktatyyppistä tietämystä. Tämä tietämys toimii päättelysääntötyyppisinä sääntöinä. Tietokannan ohelle tulee siten sääntökanta, jossa päättelysäännöt sijaitsevat. Lisäksi kuten Halle [2002] esittää, loogista tietomallia laajennetaan

säännöillä. Laajentaminen tarkoittaa Hallen mukaan, että relaatioihin lisätään tietämyskenttiä, jotka ovat nimetty sen säännön ja sääntötyypin mukaan, joka tallentaa päättelyn tuloksen kyseiseen tietämyskenttään. Sääntökannan ohien voidaan rakentaa myös sääntöjä kuvaava metatietovarasto.

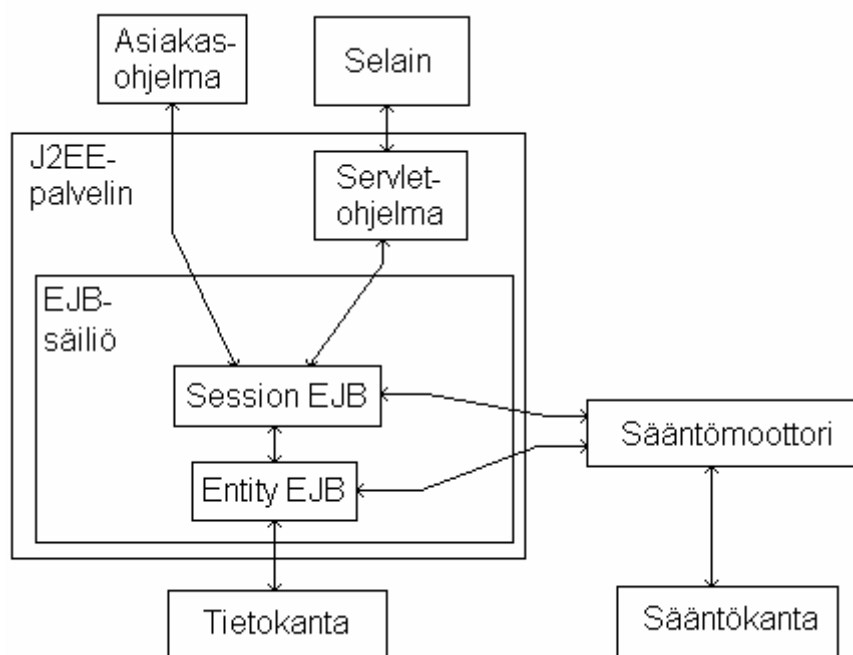
5.4. Liiketoimintasäännöt

Liiketoimintasäännöt tulevat tässä ratkaisussa liiketoimintasääntökantaan, josta Mandarax ajaa sääntöjä. Sääntökannassa voi olla päättelysääntöjä, joita käytetään liiketoimintalogiikassa erilaisten tulosten päättelyyn. Päättelykoneen yhteydessä käytetään lähinnä päättelysääntöjä. Muita sääntötyyppejä ovat esimerkiksi rajoitesääntö tai laskentasääntö, mutta niitä käytetään enemmän tietokantasuuntautuneiden sääntömoottorien kanssa. Kuitenkin päättelykoneet voivat myös laskea tuloksia.

5.5. Liiketoimintasääntökanta sovellusohjelmassa

Tietojärjestelmän tietokoneohjelma eli sovellus muodostuu käyttäjälle näkyvästä käyttöliittymästä, logiikasta ja tietokannasta. Ohjelman ydin on liiketoimintalogiikassa, josta kutsutaan tarvittaessa Mandarax-sääntömoottoria sääntöjen käyttämistä varten. Liiketoimintalogiikka sisältää ohjelman varsinaiset tietojenkäsittelyn prosessit, jotka käyttävät liiketoimintasääntöjä siis sääntömoottorin avulla.

Kun käytetään ohjelmointikielenä Javaa ja J2EE-arkkitehtuuria, niin liiketoimintalogiikka on yleensä tilallisissa tai tilattomissa *sessio-EJB-luokissa* (stateless / stateful session Enterprise JavaBean) [Austin and Pawlan, 1999]. Tällöin sääntömoottoria kutsutaan kyseisistä luokista, kun tarvitaan sääntöjen käyttöä. Kuva 3 havainnollistaa sääntömoottorin käyttöä J2EE-arkkitehtuurissa.



Kuva 3. J2EE-arkkitehtuuri ja sääntökanta.

Mielestäni *tietoluokkien* (Entity EJB), tietokantakaavion, käsitteiden, sääntöjen sekä sääntömoottorin muodostaman kokonaisuuden välille olisi tarpeellista saada jonkinlaista muutakin yhteistoiminnallisuutta, kuin vain pelkkä sääntömoottorin kutsuminen. Ensinnäkin näiden kaikkien ylläpitäminen synkronissa on vaivalloista, kun pitää a) käsitteellisen mallin muutoksen jälkeen muuttaa sekä b) tietokantakaaviota, c) tietoluokkia, d) liiketoimintalogiikkaa, e) sääntömoottorin kutsumisia ja f) sääntökannan sääntöjä. Synkronoinnin apuvälineiksi voisi ajatella generointityökaluja, jotka generoivat ohjelmakoodia. Mutta on varsin vaikeaa laatia generaattori, joka osaa generoida tarpeelliset rivit ja kohdistaa ne liiketoimintalogiikan joukkoon. Lisäksi ohjelmoijan kannalta on työlästä ensin hakea tietokannasta tietoluokan instantioiva olio liiketoimintalogiikkaan (Session EJB:ssä) ja sen jälkeen kutsua sääntömoottoria tietokannasta poimitun olion tiedoilla, minkä jälkeen tulos pitää sijoittaa takaisin olioon, joka tallentuu tietokantaan. Olisi kätevää, jos Entity EJB -olioita voisi antaa suoraan sääntömoottorille parametreiksi.

JESS-sääntömoottorille voi antaa Java-luokkien instancesja eli olioita (esim. Entity EJB -olioita) parametreiksi. Tällöin JESS kutsuu olioiden equals()- ja hashCode()-metodeja. [Friedman-Hill, 2005]

Dietrich [2004c] kirjoittaa, että Mandarax:n tietämuskantaa voi käyttää Entity EJB -luokissa, mikä on mielestäni varsin järkevää. Silloin liiketoimintalogiikan ei tarvitse välittää sääntömoottorin kutumisesta, koska tulokset ovat jo valmiina tietoluokissa.

Mandarax:in sivuilla CVS-(versionhallinta)kansiossa (CVS-repository) löytyy mandarax-j2ee-projekti, mutta se on vielä tyhjä. Ilmeisesti valmistakin open source -komponenttia on siis kehitteillä J2EE:n suuntaan.

6. SUUNNITTELUNÄKÖKOHTIA

Tässä luvussa esitän tarkempia tietoja Mandarax-sääntömoottorin käyttämisestä. Esitän aluksi Mandarax:n käyttämiseen liittyvää tietoa ja sitten teknisempiä asioita yksityiskohtaisella tasolla. Tämä luku auttaa ymmärtämään Mandarax:n käyttöä lähemmin paitsi loppukäyttäjän niin etenkin ohjelmistokehittäjän näkökulmasta.

6.1. Sääntömoottorin käyttäminen

Järjestelmän loppukäyttäjän ei tarvitse tietää Mandarax:sta, sillä Mandarax:a käytetään perustietojärjestelmän ohjelmistoon integroituna. Ohjelmistoja muutetaan sen verran, että ohjelmakoodin joukosta siirretään liiketoimintasäännöt sääntökantaan, josta sääntömoottori käsittelee sääntöjä. Kuitenkin sääntökannan ylläpitäminen tulee uutena asiana loppukäyttäjille, ja tietenkin sääntöjen kerääminen tulee suorittaa loppukäyttäjien avustamana.

6.1.1. Mandarax:n perusteet

Mandarax tukee sääntöjen esittämistä, tallentamista, vaihtoa, hallintaa ja käsittelyä [Dietrich, 2003, s. 4]. Sääntöjen ylläpitämiseen voi käyttää graafista Oryx-työkalua, tai vaihtoehtoisesti jotain muuta sääntöjen ylläpitotyökalua. Mandarax:ssa päättelykyselyiden ajaminen perustuu liiketoimintasääntöihin.

Mandarax tukee liiketoimintasääntöjen rakennetta termi-tasolta lähtien. Mandarax:ssa käsiteltävän tietämyksen faktat rakennetaan termeistä ja predikaateista eli termien ja predikaattien yhdistelmät ovat faktoja. Termit ovat liiketoiminnan peruskäsitteitä, kuten '5 %', 'asiakas' ja 'asiakkaan liikevaihto vuonna 2002'. Predikaatit ovat myös liiketoimintaan liittyviä käsitteitä, ja predikaatit yhdistävät termejä toisiinsa. Predikaatteja ovat esimerkiksi 'enemmän kuin' ja 'saa alennusta'. [Dietrich, 2003]

Mandarax:ssa termit on jaettu vakio termeihin, muuttujatermeihin ja kompleksisiin termeihin. Kompleksisten termien avulla voidaan rakentaa uusia termejä. [Dietrich, 2003]

Mandarax tukee semanttisuutta. Semantiikkaa tarvitaan, kun halutaan ymmärtää symboleiden ja muiden tietämysolioiden tarkoitus. Esimerkiksi predikaatin 'yhtä suuri kuin' merkitys on vastaava kuin '='-symbolin. Päättelykone osaa tulkita ja yhdistää päättelyn aikana predikaatin oikeaan symboliin. [Dietrich, 2003] Semantiikka on olennainen osa päättelykoneen yhteydessä, sillä semantiikan tunteminen parantaa päättelykoneen älykkyyttä. Symboleiden semantiikka tukee laskutehtävien suorittamista päättelykoneella. Päättelykoneiden lisäksi kaavojen ja laskennan käsittelyyn on olemassa *lausekkeiden käsittelytyökaluja* (expression parser), joiden kaavojenkäsittelykyky voi olla parempi.

6.1.2. Päättelykyselyiden ajaminen

Kun Mandarax:n avulla ajetaan päättelykyselyitä, syntyy päättelyn tuloksena tietämystä. Sääntöjen ajaminen ohjelmistossa sääntömoottorin avulla tapahtuu seuraavasti: säännöt luetaan sääntökannasta moottoriin, jolle ohjelmisto suorittaa kyselyjä käyttäen moottorin ohjelmointirajapintoja. [Dietrich, 2003] Kyselyt ohjelmoidaan etukäteen ohjelmistoon ja ohjelmointi on sovelluskehittäjän tehtävä. Myös dynaamisia lennossa generoitavia kyselyjä on mahdollista suorittaa, mikäli sovelluskehittäjä rakentaa tuen dynaamisille kyselyille. Dynaamiset kyselyt tukisivat suurempaa joustavuutta kuin kyselyt, jotka ovat valmiiksi ohjelmoituja. Lisäksi varsinaista sääntökantaa hyödyntävät kyselyt ovat joustavampia kuin kyselyt, jotka kohdistuvat tietämyskanta-tyyppisen sääntökannan kiinteitä rakenteita noudatteleviin päättelysääntöihin.

Päättelykyselyitä Mandarax:n avulla voidaan suorittaa vasta sitten, kun faktat ovat olemassa. Esimerkiksi jos faktat ovat, että '*asiakas Pekka Virtanen osti vuonna 2002 tuotteita 120 eurolla*' ja '*asiakkaan alennus vuonna 2002 on 5 % asiakkaan ostosten ollessa yli 100 euroa*', niin Mandarax osaa päätellä sopivalla kyselyllä tästä, että '*vuonna 2002 Pekka Virtasen alennus oli 5 %*'. Mandarax tukee myös päättelyketjuja kuten '*jos A niin B ja jos B niin C*', joten '*jos A niin C*'. [Dietrich, 2003]

Tietämuskantaan voi lisätä, päivittää ja poistaa tietämystä. Faktat ja säännöt ovat *lauseita* (clause), ja Mandarax:a käytettäessä toimitaan *lausejoukkojen* (clause set) avulla. Tietämys luetaan päättelykoneeseen lausejoukkoina, joissa samaan asiaan liittyvät lauseet ovat aina yhdessä lausejoukossa. [Dietrich, 2003] Tietämyksen eli päättelysääntöjen lisäykset ja poistot vastaavat tavallaan tietokantasuuntautuneen sääntömoottorin toiminnallisuutta. Mandarax:n yhteydessä yleensä käytettävä Oryx on päättelysääntöjen ylläpitämiseen paremmin soveltuva loppukäyttäjän kannalta. On kuitenkin hyvä huomata, että myös Mandarax:lla voidaan ylläpitää päättelysääntöjä.

Mandarax:n ajettavaksi annettavat päättelykysymykset ovat faktamuotoisia lauseita, joissa on mukana muuttujia. Päättelykone kohdistaa kysymykset haluttuun tietämuskantaan ja palauttaa päättelyn tuloksena olevan tietämyksen formaalilla tavalla esitettynä tulosjoukkona. Kyselyjen tuloksia voi suodattaa ohjelmallisesti järjestäen, tunnistuen, laskien aggregaattituloksia kuten summia tai jotain näiden yhdistelmistä. [Dietrich, 2003] Päättelykyselyiden suorittaminen on Mandarax:n perusajatus. Varsinainen järjestelmä voi käyttää tulosjoukkoja prosessien ohjaamiseen ja rajaamiseen tai näyttää tulosjoukot loppukäyttäjälle. Tulokset voidaan tallentaa myös esimerkiksi Hallen [2002] esittämiin tietämuskenttiin.

6.2. Sääntömoottorin tekniikka

Seuraavaksi esitän Mandarax:n käyttöön liittyviä asioita lähinnä sovelluskehittäjän näkökulmasta. Sovelluskehittäjän näkökulmasta voidaan johtaa asioita, joita Mandarax mahdollistaa toteutettavaksi varsinaiseen sovellukseen.

6.2.1. Perustekniikka

Mandarax on toteutettu Java-ohjelmointikielellä, mikä on oliopohjainen ohjelmointikieli. Mandarax:n käyttäminen tapahtuu ohjelmoimalla erilaisten luokkien (class) avulla. Tietämys voidaan lukea Mandarax:iin tietokannasta, XML-tiedostoista tai suoraan ohjelmakoodista logiikkaluokista. Mandarax:n mukana tulee valmiita esimerkkejä sovelluskehittäjää varten. [Dietrich, 2003]

Mandarax:ssa on logiikkaluokat termeille, predikaateille, faktoille ja lauseille sekä lausejoukoille. Predikaatit käyttävät tyypitettyjä termejä, joten esimerkiksi '*asiakas saa alennusta*'-fakta muodostetaan sellaisen predikaatin avulla, joka käyttää asiakas- ja alennus-luokkia. [Dietrich, 2003] Mandarax:n luokkien käyttäminen tukee olio-ohjelmoinnin periaatteita, eli luokat kapseloivat luokan käsitteen tiedot ja käsitteen operaatiot yhteen. Esimerkiksi termi-olio voidaan alustaa termin nimellä ja muilla tiedoilla, minkä jälkeen termiin voidaan viitata ohjelmakoodissa termi-olion avulla. Mandarax:a käytetään usein suoraan tietämuskantayhteyden (eli sääntökantayhteyden) avulla kuin alustamalla jokainen tietämys ohjelmakoodissa yksitellen. Ohjelmoija ohjelmoi itse tyypitetyt termit, mikä voi olla työlästä. Jokaista

tyypitettyä termiä kohden on luotava siis erillinen luokka. Tätä työtä helpottaa J2EE:n tietoluokkien käyttäminen.

Semantiikkatukea varten Mandarax:ssa on *semantiikkatuki*-luokka (SemanticsSupport). Sen avulla voi selvittää, tukeeko jokin tietty olio, kuten termi tai fakta, semantiikkaa. [Dietrich, 2003] Semantiikkatuen selvittäminen on tarpeen, kun halutaan hyödyntää semantiikkaa. Semantiikan käyttäminen on kokonaan oma osa-alueensa: Esimerkiksi rajoitutaanko tavallisimpiin logiikan semantiikoihin, vai käytetäänkö semanttisia käsitteitä monipuolisemmin ja kuinka monipuolisesti? Semantiikan käyttäminen tulisi kirjata osaksi kunkin järjestelmän ja ohjelmiston arkkitehtuuria, jotta semantiikan käyttö pysyisi hallinnassa. Jos semantiikka on käytössä, kaikkien kyseisen ohjelmiston kehittäjien tulee tietää asiasta, jotta semantiikkaa myös käytettäisiin oikein.

Mandarax:n logiikkaluokkia, kuten termit ja faktat, käytetään *logiikkatehtaan* (LogicFactory) avulla. Logiikkatehdas luo pyydettyä logiikka-objektit. Tietämiskantaa ylläpidetään *tietämiskanta*-luokan (KnowledgeBase) avulla, johon kohdistetaan kyselyt. Lausejoukkojen muutokset päivittyvät tapahtumapohjaisesti (clause set change events). [Dietrich, 2003] Tapahtumaa odottamaan on rekisteröity kuuntelija, jota kutsutaan tapahtuman yhteydessä. Kuuntelija ajaa tapahtumaan kiinnitetyn toiminnon.

Tietämiskannasta voi myös kysellä tietämystä avainten, yleensä predikaatti-avainten, perusteella. Itse tietämiskanta voi käyttää avainta tietämyslauseiden indeksointiin, jolloin tietämyksen haku on nopeampaa. Mandarax tukee myös tietämyksen järjestämistä *vertailuluokkien* (Comparator) avulla haluttuun järjestykseen. [Dietrich, 2003]

Logiikkatehdas toimii apuluokkana, mikä helpottaa logiikkaluokkien alustamista. Lausejoukot helpottavat lauseiden käsittelyä, sillä lauseet pysyvät hyvässä järjestyksessä ja siistissä paketissa. Tietämiskanta-luokka toimii rajapintana tietämiskantaan ja kyselyjen tukiluokat tarjoavat tietämiskannan käsittelyn operaatiot. Tietämysavaimet, indeksointi ja vertailuluokat auttavat tietämyksen käsittelyssä.

6.2.2. Päätelytekniikka

Mandarax:iin kohdistuvat päätelykysymykset kohdistetaan *päätelykone*-luokalle (InferenceEngine). Mandarax palauttaa kysymysten tulokset *tulosjoukkona* (org.mandarax.kernel.ResultSet), jota voi selata eteen ja taaksepäin. Kysymysten yhteyteen on mahdollista lisätä poikkeusten käsittelyä, joka voidaan toteuttaa erilaisina variaatioina muun muassa poikkeuksesta toipumisen suhteen. Tulosten muokkaamista varten Mandarax:ssa on *suodatinluokkia* (Result Set Filter), joita liitetään tulosjoukkoon. [Dietrich, 2003] Päätelykone-luokka toimii päätelyn rajapintana ja työkaluna, mitä sovelluskehittäjä käyttää päätelytoiminnallisuuden luomisessa sovellukseen. Päätelyn tulokset saadaan siististi helppokäyttöisinä tulosjoukkoina, joiden käsittely on ohjelmallisesti vaivatonta, ja suodatin-luokat ja poikkeusten käsittely tukevat päätelytoiminnallisuutta.

Kun Mandarax:iin luetaan tietämystä tietokannasta, pitää avata tietokantayhteys. Sovelluskehittäjä käyttää *SQL-predikaatteja* (SQLPredicate), jotka vastaavat tietokannan tauluja tai näkymiä tai jotain niiden osaa. SQL-predikaatti muodostuu tietokantayhteydestä, nimestä, kyselystä ja tyyppityksestä. Tietokantayhteys muodostetaan Mandarax:n sql-paketissa olevien luokkien avulla. Myös *SQL-funktiot* (SQLFunction) ovat käytettävissä esimerkiksi aggregaatio-operaatioita varten. *Java-metodit* (JFunction), *ominaisuus-luokat* (DynaBeanFunction) ja *Java-predikaatit* (JPredicate) mahdollistavat ohjelmoijan käyttää ohjelmoituja osia Mandarax:a käytettäessä. [Dietrich, 2003] Yleensä päättelysääntöjä käytetään nimenomaan sääntökannasta, joka on tietokannassa, joten on erittäin hyvä, että Mandarax tukee tietokannan käsittelyä. Lisäksi SQL-funktiot ja ohjelmoitujen osien tuki auttavat sovelluskehittäjää luomaan monipuolisia yhteyksiä päättelysääntöjen lukemiseksi.

7. ANALYYSI

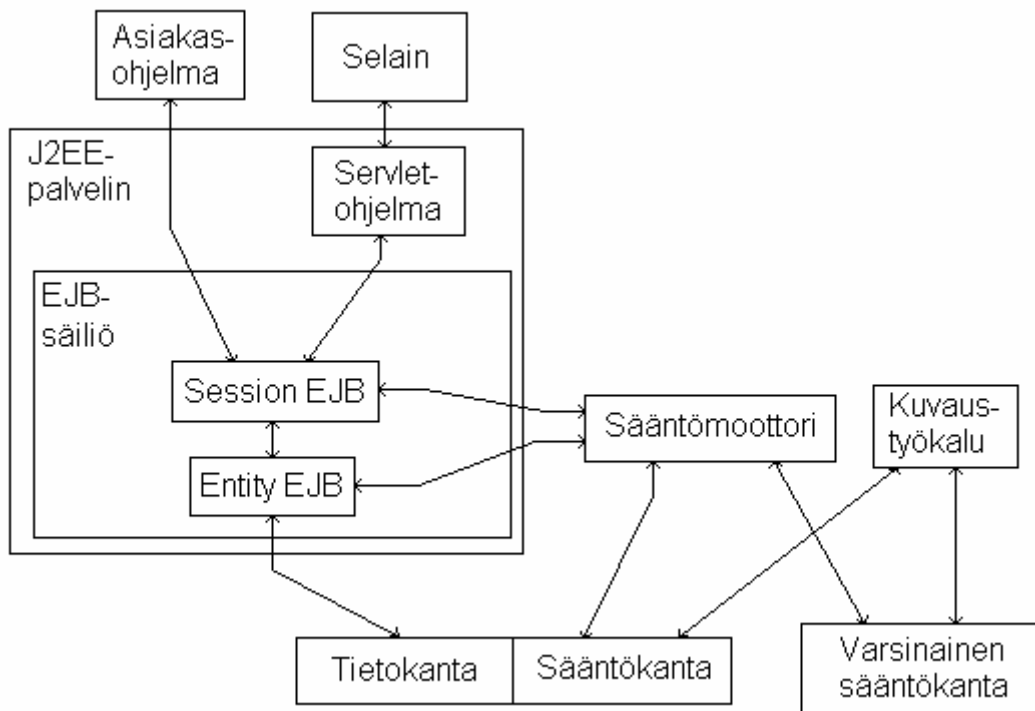
Liiketoimintasäännöt pyritään eriyttämään sääntökantaan, jotta ne eivät olisi muun ohjelmakoodin joukossa ja jotta sääntöjä olisi helpompi käyttää, ylläpitää ja hallita. Markkinoilla on eritasoisia ja erihintaisia sääntömoottoreita, joista voi valita. Mandarax-sääntömoottori on ilmainen ja käyttökelpoinen, ja se on liitettävissä J2EE-ohjelmiin. J2EE-arkkitehtuurissa käytetään sääntömoottoria tietoluokista (entity-EJB) tai sessio-EJB-luokkien liiketoimintalogiikasta käsin. JBoss [2005] on ilmainen open source J2EE-sovelluspalvelin. Vaikka JBoss on open source -sovelluspalvelin, se on kunnollinen ja laajalti käytetty. J2EE-arkkitehtuurilla liikkeelle lähdettyä tutkimuksen ratkaisu sopii sekä keskisuurille että suurille yrityksille, riippuen tietysti palvelinlaitteiden tehosta.

On luultavaa, että useimmissa pienissä yrityksissä (ja muunkin kokoisissa) ei lähdetä sovelluspalvelimen ja liiketoimintasääntökannan käyttöön niiden vaatiman asiantuntijuuden ja arkkitehtuuriin tarvittavan panostamisen vuoksi. Pienissä yrityksissä yleensä ostetaan valmiita työpöytä- ym. pakettiohjelmia niiden yksinkertaisuuden ja edullisuuden vuoksi. Kuitenkin on selvää, että suurissa yrityksissä tarvitaan jonkinlaista liiketoimintasääntöjen hallintaa, koska sääntöjä voi olla useita tuhansia. Siten tasoarkkitehtuuri ja liiketoimintasääntökanta ovat päteviä ratkaisuja suurille yrityksille.

Valmiina myytävät *toiminnanohjausjärjestelmät* (Enterprise Resource Planning, ERP) tuskin vielä sisältävät erillistä sääntökantaa. Kuitenkin sääntöjen hallintaan näyttäisi olevan suurta tarvetta ja pyrkimystä alalla, joten jää nähtäväksi, milloin ERP:t alkavat tukea sääntökantoja. ERP:t ovat suuria tai valtavia, joten niitä ei hetkessä muuteta radikaalisti. Toisaalta nykyään ERP:ien joustavuus perustuu siihen, että niitä voidaan parametroida. Luultavasti parametroidin tehostamisen kautta tai erillisen liiketoimintasääntömoottori-osion rakentamisella ERP:eistä voi tulla joustavampia.

Mitä tulee erilaisten sääntömoottorien ja sääntökantojen tyyppien paljouteen ja mahdolliseen epäselvyyteen, niin kuva 4 selkeyttää vielä eri tyyppien eroja. Butleris ja Kapocius [2002] esittävät osittain kuvan 4 tapaisen

mallin lukuunottamatta J2EE-osuutta. Kuvan tietokannan vieressä oleva sääntökanta tarkoittaa tietämuskantatyypistä sääntökantaa. Hallen [2002] esittämät tietämuskentät, joihin päättelyn tulokset tallennetaan, ovat nimenomaan tietämuskantatyypissä sääntökannassa. Hallen mukaan tietämuskentät laajentavat loogista tietomallia. Kuvan 4 sääntömoottori tarkoittaa päättelykonetta ja kuvaustyökalu tarkoittaa tietokantasuuntautunutta sääntömoottoria. Chisholm [2004] esittelee tietokantasuuntautuneen sääntömoottorinsa sellaiseksi, joka ylläpitää eli kuvaa sääntöjä. Mandarax:n kanssa käytettävällä Oryx:llä voidaan myös ylläpitää sääntöjä. Butleris ja Kapocius käyttävät kuvaustyökalu-termiä, ja viittaavat termillä Ross-metodin graafisiin sääntökaavioihin. Mandarax:n osuus tässä kokonaisuudessa on toimia päättelykone-sääntömoottorina.



Kuva 4. Sääntökantojen ja -moottorien tyypit.

Päättelykoneella on helppoa lukea päättelysäännöt *tietämuskantatyypistä* sääntökannasta, sillä sääntöjen rakenne on relaatioiden rakenteissa ja eri säännöt ovat eri relaatioissa. *Varsinaisessa* sääntökannassa kaikki erilaiset ja erityyppiset säännöt ovat samoissa sääntörelaatioissa. Jotta päättelykone voidaan liittää lukemaan päättelysäännöt varsinaisesta sääntökannasta, pitää rakentaa muunnin. Muuntimen avulla luetaan sääntörelaatioiden rakenteen mukaiset rivit ja muunnetaan ne päättelykoneen ymmärtämään muotoon eli päättelysäännöiksi. Sovelluskehittäjän on ymmärrettävä sääntörelaatioiden rakenne ja tunnettava niiden sisältö, jotta hän pystyy poimimaan sääntörelaatioista vain halutut säännöt. Sääntöjen poiminnassa voi käyttää metatietoja kuten säännön numeroa, ryhmää, tai riippuvuustietoja, joita esimerkiksi Butleriksen ja Kapociuksen [2002] esittämässä varsinaisessa sääntökannassa ylläpidetään. Metatiedot ovat

hyödyllisiä, koska ne kuvaavat sääntöjä ja niiden käyttöä. Lisäksi metatiedot voivat rajoittaa sääntöjä vain sallittuihin sääntöryhmiin.

8. YHTEENVETO

Liiketoimintasääntöajattelu tarkoittaa liiketoimintasääntöjen eriyttämistä erilliseen sääntökantaan ja liiketoimintasääntöjen hallittua keräämistä, käyttöä ja ylläpitämistä. Sääntökanta voi muodostua tietokannassa olevasta tietämystyyppisestä sääntökannasta ja varsinaisesta sääntökannasta. Varsinaiseen sääntökantaan tallennetaan myös sääntöjä kuvaavaa metatietoa. Sääntömoottori voi olla tietokantasuuntautunut tai päättelykone, ja sääntömoottori käsittelee sääntökannan sääntöjä. Sääntömoottori integroidaan ohjelmistoon, joka tässä tutkimuksessa on 4-taso-arkkitehtuurin mukainen. Sääntömoottoria kutsutaan arkkitehtuurissa EJB-luokista. Open source -tuotteista voidaan koota kattava tuotejoukko, joka sisältää tuotteet sääntömoottorista sovelluspalvelimeen. Tutkimuksessa käytettiin esimerkkinä J2EE-pohjaista JBoss-sovelluspalvelinta ja Mandarax-sääntömoottoria. Mandarax on päättelykone, joka sopii perustietojenkäsittelyjärjestelmän yhteyteen. Mandarax tukee päättelysääntöjen lukemista XML-tiedostoista ja myös tietokannassa olevasta sääntökannasta. Mandarax käsittelee päättelysääntöjä muun muassa termien, faktojen ja predikaattien avulla, ja Mandarax:ssa sääntölauseet ja tulokset kulkevat lause- ja tulosjoukkoina. Päättelykoneen käyttäminen varsinaisen sääntökannan kanssa vaatii muuntimen tekemistä ja varsinaisen sääntökannan sisällön tuntemista.

Viiteluettelo

- [Armstrong et al., 2004] Eric Armstrong, Jennifer Ball, Stephanie Bodoff, Debbie Bode Carson, Ian Evans, Dale Green, Kim Haase, and Eric Jendrock. *The J2EE™ 1.4 Tutorial, For Sun Java System Application Server Platform Edition 8.1 2005Q1*. Sun Microsystems, December 16, 2004. Available as <http://java.sun.com/j2ee/1.4/docs/tutorial/doc/J2EETutorial.pdf>. (18.3.2005)
- [Austin and Pawlan, 1999] Calvin Austin and Monica Pawlan, *Advanced Programming for the Java 2 Platform*. Addison-Wesley, November 1999. Available as <http://java.sun.com/developer/onlineTraining/Programming/JDCBook/index.html#contents>.
- [Bachman et al., 2000] Charles Bachman et al., *Defining Business Rules ~ What Are They Really?* Final Report, revision 1.3, The Business Rules Group, July 2000. Available as http://www.businessrulesgroup.org/first_paper/BRG-whatBR_3ed.pdf.
- [BizTalk, 2003a] Microsoft, Inc., Microsoft BizTalk Server 2004, BizTalk Server Business Rules Framework, White Paper. Microsoft, Inc., December 2003. Available as

- <http://download.microsoft.com/download/e/6/f/e6fcf394-e03e-4e15-bd80-8c1c127e88e7/BTBusRul.doc>.
- [BizTalk, 2003b] Microsoft, Inc., Microsoft BizTalk Server 2004, BizTalk Server Architecture, White Paper. Microsoft, Inc., December 2003. Available as <http://download.microsoft.com/download/e/6/f/e6fcf394-e03e-4e15-bd80-8c1c127e88e7/BTSArch.doc>.
- [BizTalk, 2004] Microsoft, Inc., Microsoft BizTalk Server, Features. Microsoft, Inc., March 02, 2004. Available as <http://www.microsoft.com/biztalk/evaluation/features/default.asp>. (2.3.2005)
- [Butleris and Kapocius, 2002] Rimantas Butleris, Kestutis Kapocius, The Rules Repository for Information Systems Design. Yannis Manolopoulos, Pavol Návrat (Eds): *ADBIS 2002*, pp. 64-77, 2002.
- [Chappell, 2004] David Chappell, *Understanding BizTalk Server 2004*. Microsoft, BizTalk Server 2004 Technical Article, February 2004. Available as <http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=21313>.
- [Chisholm, 2004] Malcolm Chisholm, *How to Build a Business Rules Engine : Extending Application Functionality through Metadata Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2004.
- [Dietrich, 2003] Jens Dietrich, *The Mandarax Manual*. Massey University, Institute of Information Sciences & Technology, New Zealand, Version: 8-Dec-2003. Available as <http://mandarax.sourceforge.net/docs/mandarax.pdf>.
- [Dietrich, 2004a] Jens Dietrich, The Mandarax Project. Available as <http://mandarax.sourceforge.net/>. (17.2.2005)
- [Dietrich, 2004b] Jens Dietrich, Gerd Wagner, Implementing Business Rules with the Open Source Tools Mandarax and Oryx. European Business Rule Conference, Amsterdam, 16-18 June 2004. Available as <http://www-ist.massey.ac.nz/JBDietrich/presentations/mandarax-ebcr2004.pdf>.
- [Dietrich, 2004c] Jens Dietrich, Re: Can mandarax Rule Engine support J2EE and web services. In: newsgroup *gmane.comp.java.mandarax.general*. 2004-10-15. Available as <http://article.gmane.org/gmane.comp.java.mandarax.general/94>. (9.4.2005)
- [Friedman-Hill, 2005] Ernest J. Friedman-Hill, *Jess™, The Rule Engine for the Java™ Platform*. Sandia National Laboratories, Version 7.0a6 (23 March 2005) DRAFT. Available as <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/docs/70/>. (13.4.2005)
- [GNU 2005a] Free Software Foundation, Inc., GNU General Public License. GNU, Version 2, June 1991. 2005/06/07. Available as <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>. (4.9.2005)

- [GNU 2005b] Free Software Foundation, Inc., GNU Lesser General Public License. GNU, Version 2.1, February 1999. 2005/05/05. Available as <http://www.gnu.org/copyleft/lesser.html>. (4.9.2005)
- [Grosf, 1999] Benjamin Grosf, IBM releases CommonRules 1.0: business rules for the Web. IBM Research, 8-09-99. Available as <http://www.research.ibm.com/rules/commonrules-overview.html>. (17.2.2005)
- [Halle, 2002] Barbara von Halle, *Business Rules Applied: Building Better Systems Using the Business Rules Approach*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2002.
- [Hoffer et al., 1999] Jeffrey A. Hoffer, Joey F. George, Joseph S. Valacich, *Modern Systems Analysis & Design*. Prentice Hall, 2 edition, 1999.
- [JBoss, 2005] JBoss, JBoss Developer Zone. Available as <http://www.jboss.org/products/index>. (18.3.2005)
- [JCP, 2004] Sun Microsystems, Inc., Java Community Process, JSR 94: Java™ Rule Engine API. Available as <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=094>. (14.2.2005)
- [Morgan, 2002] Tony Morgan, *Business Rules and Information Systems: Aligning IT with Business Goals*. Addison-Wesley, 2002.
- [MS.NET, 2003] Microsoft Inc., Understanding enterprise platforms. Microsoft, December 2003. In: *Application Interoperability: Microsoft .NET and J2EE*. Microsoft, December 2003. Available as http://www.msdn.microsoft.com/webservices/building/architecture/default.aspx?pull=/library/en-us/dnpag/html/jdni_ch02.asp#jdni_ch02_topic10. (18.3.2005)
- [MS.NET, 2005] Microsoft Inc., What Is .NET? Microsoft, February 1, 2005. Available as <http://www.microsoft.com/Net/Basics.aspx>. (18.3.2005)
- [Owen, 2004] Owen, James, Budget-Minded BRMS. *InfoWorld*, 26, no. 11, (15. Mar. 2004), pp. 24–26.
- [Ross, 1997] Ronald G. Ross, *The Business Rule Book*. (2nd ed.), Business Rule Solutions, Houston, 1997.
- [Ross, 2003a] Ronald G. Ross, *Principles of the Business Rule Approach*. Addison-Wesley, 2003.
- [RuleML, 2005] RuleML, The Rule Markup Initiative. Available as <http://www.ruleml.org/>. (17.2.2005)
- [Widom and Ceri, 1996] Jennifer Widom, Stefano Ceri, *Active Database Systems: Triggers and Rules for Advanced Database Processing*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, 1996.

Kolmen syötetavan vertailu iDict-sovelluksen käytössä

Daniel Koskinen

Tiivistelmä.

Tutkimuksessa vertailtiin kolmea syötetapaa vieraskielisten dokumenttien lukuympäristössä. Nämä syötetavat olivat pelkkä katse, katseen ja näppäimistön yhdistelmä sekä hiiriohjaus. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään katseenseurannan hyöty tavalliselle käyttäjälle luetuttamalla tekstejä testihenkilöillä kutakin syötetapaa käyttäen ja vertailemalla syötetapojen subjektiivista käytettävyyttä kyselylomakkeiden ja haastattelun avulla. Tulosten perusteella testihenkilöt pitivät hiiriohjausta keskimäärin parempana, mutta tuloksissa esiintyvä hajonta osoittaa että kaikkia syötetapoja on syytä kehittää ja tukea rinnakkain.

Avainsanat ja -sanonnat: katse, katseenseuranta, proaktiiviset käyttöliittymät
CR-luokat: H.5.2

1. Johdanto

Tutkimuksen aihe sijoittuu laajasti ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksen tutkimuskenttään, tarkemmin katseavusteisen tietojenkäsittelyn tutkimukseen.

Elektronisia sanakirjoja hyödyntäviä sovelluksia on olemassa lukuisia, mm. Babylon [Babylon, 2005], MoBiMouse [Mobimouse, 2005] sekä Mac OS X:än Services-rajapintaa [Apple, 2005] hyödyntävät online-sanakirjat. Näiden tarjoama hyöty on ilmeinen: käyttäjä ei joudu hakemaan tarvitsemaansa käännoistä erillisestä sanakirjasta, eikä parhaassa tapauksessa myöskään kirjoittamaan sanaa erikseen elektroniseen sanakirjaan.

Tietokoneavusteinen katseenseuranta on viime vuosina kehittynyt merkittävästi, mutta sen käytön hyötyjä vieraan kielen ymmärtämisen tukemisessa on tutkittu vähän.

Tampereen yliopiston tietojenkäsittelytieteiden laitoksen TAUCHI-yksikössä toimivan Gaze-tutkimusryhmän kehittämä iDict-sovellus on katseavusteinen ohjelma vieraskielisten elektronisten dokumenttien lukemista varten. [Hyrskykari *et al.*, 2000][Hyrskykari *et al.*, 2003] Ohjelman erottaa aiemmin mainituista sovelluksista juuri katseenseurannan hyödyntäminen. iDict-sovellus pyrkii ennustamaan milloin käyttäjä tarvitsee apua tekstin ymmärtämisessä tarkkailemalla ja tulkitsemalla käyttäjän silmänliikkeitä.

Ohjelman käyttö aloitetaan kalibroimalla katseenseurantalaite. Käyttäjää voi tämän jälkeen alkaa lukemaan tekstiä normaalisti. Kun käyttäjä pysähtyy lukemaan jotakin sanaa tai fraasia, ohjelma päättelee käyttäjän tarvitsevan

apua, jolloin kyseiselle sanalle tai sanonnalle haetaan käänös elektronisesta sanakirjasta. Käänös näytetään vieraskielisen tekstin yläpuolella.

iDict-ohjelmaa voidaan käyttää myös pelkän hiiren avulla.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, onko katseenseurannasta hyötyä tavalliselle iDict-sovelluksen käyttäjälle lukiessa vieraskielistä, tässä tapauksessa englanninkielistä tekstiä. Tavallisella tarkoitetaan tässä ihmistä, jolla ei ole näkemiseen liittyviä fyysisiä rajoitteita eikä tietokoneen hiiren tai näppäimistön käyttöön liittyviä rajoitteita. Tutkimuskysymyksiä olivat siis: pitävätkö käyttäjät katseenseurannan käyttöä vieraskielisen tekstin lukemisessa mielekkäänä ja tehokkaana, sekä onko katseenseurannasta mitattavissa olevaa hyötyä verrattuna pelkän hiiren käyttöön. Tämä tehtiin vertailemalla iDict-ohjelman käyttöä kolmella eri syötetavalla. Ensimmäisessä syötetavassa hyödynnettiin pelkkää katseenseurantaa suomenkielisten käänösten saamiseksi. Toisessa syötetavassa katseenseurannan avulla pääteltiin ja aktivoitiin kohdesana, mutta itse käänös näytettiin vasta testihenkilön painettua välilyöntiä näppäimistöltä. Kolmannessa syötetavassa testihenkilö käytti ohjelmaa pelkällä hiiriohjauksella.

Aikaisemmissa tutkimuksissa [Zhai, 1999][Zhai, 2003][Fono and Vertegaal, 2005] on tultu siihen johtopäätökseen, että menetelmä, jossa fokus saadaan katseenseurantaa käyttäen, mutta kohteen aktivointi tapahtuu hiirellä tai näppäimistöllä, olisi käyttäjien kannalta mielekkäin. Fonon ja Williamsin tekemässä tutkimuksessa katseen avulla tehtävä aktivointi oli keskimäärin kaksi kertaa nopeampaa kuin hiirtä tai näppäimistöä apuna käyttävät menetelmät, mutta testihenkilöt ilmoittivat pitävänsä katseen ja näppäimistön yhdistelmää paljon helppokäyttöisempänä. Näiden tulosten perusteella voidaan olettaa, että katse- ja näppäimistökonditio pärjää paremmin kuin katsekonditio vertaillaessa niiden suhteellista käytettävyyttä.

Testin tulosten perusteella hiiriohjaus osoittautui kuitenkin suosituimmaksi ja luotettavimmaksi tavaksi käyttää iDictia. Testihenkilöiden antamissa vastauksissa oli kuitenkin paljon hajontaa ja myös pelkkä katseella käyttö sekä katseen ja näppäimistön yhdistelmä saivat kannatusta.

2. Testin kuvaus

Tässä luvussa kerrotaan testihenkilöiden taustatiedot sekä kuvaillaan lyhyesti testin suunnittelu ja sen kulku.

2.1. Testihenkilöiden valinta

Testi tehtiin 18:lla koehenkilöllä. Testihenkilöitä oli oltava vähintään niin paljon, että jokainen konditio voitiin suorittaa jokaisen tekstin kanssa,

huomioiden lisäksi konditoiden mahdolliset järjestykset. Näin pyritään mitätöimään eri konditoiden järjestyksen vaikutus tutkimuksen tuloksiin. Riittävä määrä on 3! eli kuusi, joka tilastollisen pätevyyden parantamisen vuoksi kolminkertaistettiin 18 koehenkilöksi.

Koska iDictia ei ole tarkoitettu opetusohjelmaksi, sovelluksen käyttäjällä oletetaan olevan kohtuullisen hyvät taidot kyseessä olevassa vieraassa kielessä. Ohjelman tarkoitus on vain avustaa lukijaa ymmärtämään lukemansa.

Testihenkilöiden tulisi siten edustaa jotakin sellaista ryhmää, jolla voi olettaa olevan motivaatiota iDictin tapaisen sovelluksen käyttöön, ts. tarve toisinaan lukea vieraskielisiä tekstejä. Yliopisto-opiskelijat täyttävät tämän kriteerin, ja testiin osallistujiksi valittiin pääasiassa tietojenkäsittelytieteiden ensimmäisen vuoden opiskelijoita.

2.2. Testihenkilöiden taustatiedot

Testiin osallistui 18 henkilöä. Heistä 14 oli tietojenkäsittelytieteen opiskelijoita Tampereen yliopistossa. Yhtä lukuunottamatta kaikki heistä suorittivat kurssia Johdatus vuorovaikutteiseen teknologiaan. Kurssin suoritukseen kuului pakollisena osana osallistuminen yhteen Tampereen yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen tutkimukseen koehenkilönä. Neljästä muusta koehenkilöstä yksi oli ammatiltaan graafikko ja muut humanistisen tiedekunnan opiskelijoita Tampereen yliopistossa. Koehenkilöistä nuorin oli 20- ja vanhin 27-vuotias. Koehenkilöistä yhdeksän (9) oli naisia ja yhdeksän (9) miehiä.

2.2.1. Silmälasien käyttö

Koehenkilöt oli valittu etukäteen niin, ettei yksikään heistä käyttänyt silmälasia työskennellessään tietokoneella. Tämä karsinta suoritettiin siksi, että tutkimuksessa käytetyn katseenseurantalaitteiston toiminta oli todettu epätarkaksi erityisesti silmälasia käyttävillä henkilöillä.

2.2.2. Kielitaito

Tutkimuksen suorittamisen kannalta riittävän englannin kielen taidon takaamiseksi etukäteen varmistettiin, että heidän ylioppilaskirjoitusten englannin kielen kokeen arvosana oli vähintään Magna Cum Laude Approbatur. Koeryhmästä vain kaksi (2) ilmoitti englannin kielen suullisen taitonsa erinomaiseksi, ja kolme (3) arvioi sen välttäväksi. Loput arvioivat suullisen englannin kielen taitonsa hyväksi. Neljä arvioi kirjallisen englannin osaamisensa erinomaiseksi, ja vain yksi välttäväksi. Loput arvioivat kirjallisen taitonsa hyväksi.

2.2.3. Elektronisten sanakirjojen käyttö

Testiin osallistuneista kolme ilmoitti käyttävänsä elektronisia sanakirjoja säännöllisesti (vähintään kerran viikossa), neljä ei ollut käyttänyt niitä koskaan ja muut olivat käyttäneet elektronisia sanakirjoja satunnaisesti.

2.2.4. Aikaisempi kokemus katseenseurannasta

Koehenkilöistä kolmella oli aikaisempaa kokemusta katseenseurannasta hekin vain kerran, vastaavanlaisessa testitilanteessa.

2.3. Testiasetelma

Tutkimuksessa suoritettavassa testissä on kolme käyttökonditiotai -moodia:

1. Katse

Testihenkilön lukiessa tekstiä ruudulta, järjestelmä seuraa tämän katsetta ja sanan käänös näytetään, kun kumulatiivinen katsefiksaatioiden eli katseen pysähdysten määrä ylittää tietyn rajan kyseisen sanan kohdalla. Sanasta saa näkyviin sovellukseen liitetyn sanakirjan sisältämät vaihtoehtoiset käännökset katsomalla ruudun oikeaan reunaan.

2. Katse ja näppäimistö

Toimii kuten edellä, mutta sana ainoastaan "valitaan" katseella. Saadakseen käännöksen valitulle sanalle testihenkilön tulee painaa näppäimistöltä välilyöntiä. Vaihtoehtoiset käännökset saadaan näkyviin samoin kuin konditiossa 1.

3. Hiiriohjaus

Ei käytetä katseenseurantaa lainkaan. Käänös sanasta saadaan näkyviin viemällä hiiren kursori sen päälle. Vastaavasti viemällä hiiren kursori ruudun oikeaan reunaan saadaan näkyviin vaihtoehtoiset käännökset.

Testihenkilöillä luetutettiin kuusi lyhyttä englanninkielistä tekstiä tietokoneen ruudulta, kaksi tekstiä kussakin konditiossa. Kunkin kondition ensimmäisen tekstin tarkoitus on antaa testihenkilölle tilaisuus harjoitella kyseistä vuorovaikutustapaa ennen varsinaisen testitekstin lukemista. Harjoitusteksteistä ei esitetty osallistujille mitään sisältöön liittyviä kysymyksiä, vaan niiden jälkeen varmistettiin vain, että testihenkilö oli ymmärtänyt järjestelmän toimintaperiaatteen kussakin konditiossa. Harjoitustekstit toimivat myös testinä sille, kuinka hyvin järjestelmä seurasi testihenkilön katsetta.

Ihanteellisinta olisi, jos jokainen konditio voitaisiin käydä läpi käyttäen samaa tekstiä. Tämä ei luonnollisestikaan ole mahdollista, koska ensimmäisen kondition jälkeen teksti on testihenkilölle jo tuttu. Vertailukelpoisuuden

takaamiseksi tekstien on kuitenkin vastattava toisiaan mahdollisimman tarkasti pituuden, vaikeustason ja aihepiirinsä osalta, ja sisällettävä riittävästi "vaikeiksi" arvioituja sanoja, joilla on merkitystä lauseen ymmärtämisen kannalta. Tekstien samankaltaisuuden takaamiseksi tutkimuksessa käytettiin samanpituisia pätkiä Arthur C. Clarken nuorille suunnatusta tieteisnovellista *A walk in the dark*. Käyttämällä osiin pilkottua novellia pyrittiin takaamaan myös osallistujien motivaation tekstin lukemiseen.

Testiin osallistujien mielipiteitä mitattiin kunkin kondition jälkeen ns. SUS (System Usability Scale)-kaavakkeella. [Brooke, 1996] Vastaukset pisteytettiin, jolloin saatiin kvantitatiivisesti mitattua kunkin vuorovaikutustavan subjektiivinen käytettävyys. Osallistujia pyydettiin myös asettamaan vuorovaikutustavat parammuusjärjestykseen ("mitä käyttäisit mieluiten?") sekä arvioimaan niiden suhteellista tehokkuutta ("mitä pidit tehokkaimpana?"). Katsekondition yhteydessä osallistujilta kysyttiin lisäksi suullisesti seuraavat kysymykset:

- Virittyikö sanan käänös mielestäsi oikeaan aikaan?
- Käyttäisitkö ohjelmaa mieluiten niin, että tarkoituksellisesti viivyttäisit katsettasi saadaksesi käänöksen, vai niin, että käänös näytettäisiin välittömästi kun alat sitä kaivata?

3. Tulokset

Tässä luvussa on eritelty testeistä saadut tulokset.

3.1. Lukemiseen kulunut aika

Käytetyt tekstit olivat pituuksiltaan 236 sanaa (teksti 1), 228 sanaa (teksti 2) ja 216 sanaa (teksti 3). Koska tekstit olivat kaikki otteita samasta novellista ja siten tyyli säilyi samana kaikissa teksteissä, voidaan olettaa niiden olleen vaikeustasoltaan samankaltaisia.

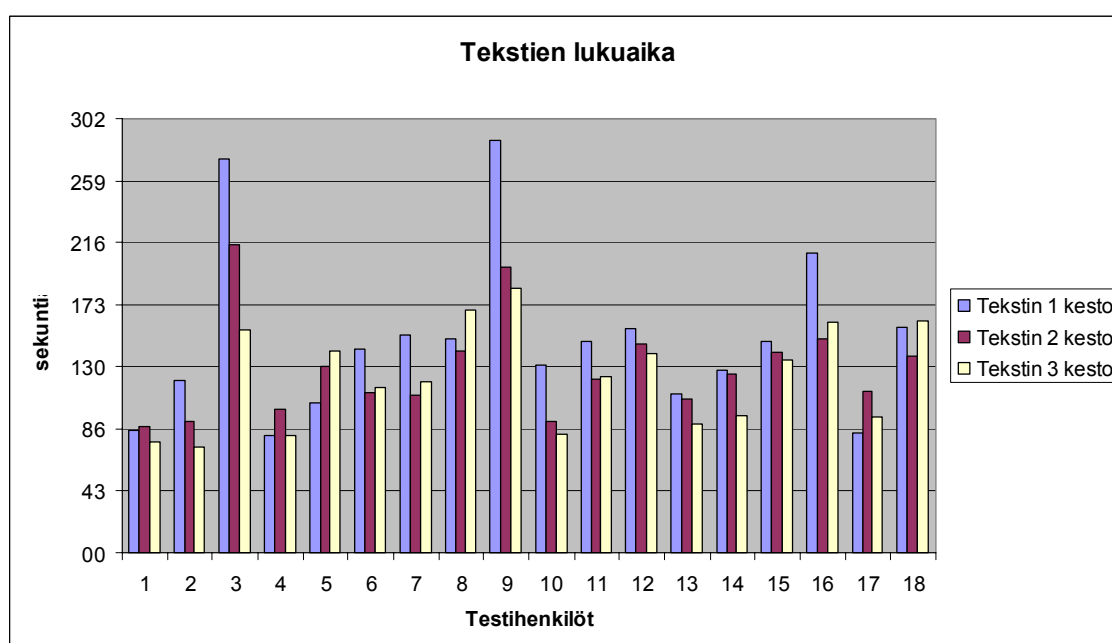
Koehenkilöt käyttivät ensimmäisen tekstin lukemiseen keskimäärin 148 sekuntia, toiseen tekstiin 129 ja kolmanteen 122 sekuntia. Ajat jakautuvat kuitenkin eri tavoin, kun tarkastellaan lukemiseen käytettyjä keskimääräisiä aikoja kussakin konditiossa erikseen (ks. taulukko). Ensimmäisen tekstin kohdalla lukemiseen on käytetty hiirikonditiossa selvästi enemmän aikaa (184 s) kuin katsekonditiossa (126 s) ja katse- ja näppäimistö-konditiossa (134 s).

Tekstin 2 tapauksessa tekstin lukemiseen on kulunut eniten aikaa katsekonditiossa (151 s) verrattuna katse- ja näppäimistö-konditioon ja hiirikonditioon. Tekstin 3 lukemisessa katse- ja näppäimistö-konditio vei eniten aikaa.

	katse	k+n	hiiri	yht
teksti1	126	134	184	148
teksti2	151	116	118	129
teksti3	111	139	116	122
Yhteensä	130	130	139	

Taulukko 1: Tekstien lukemiseen kuluneet ajat

Yksittäin tarkasteltuna testihenkilöiden 3 ja 9 kohdalla tekstien lukuajoissa on lisäksi nähtävissä huomattavan pitkät lukuajat, varsinkin ensimmäisessä tekstissä. Kummallakin oli ensimmäisen tekstin kohdalla hiirikonditio, ja tämä vaikuttaa olennaisesti ensimmäisestä tekstistä laskettuun kokonaisluku-aikaan.



Kuva 1

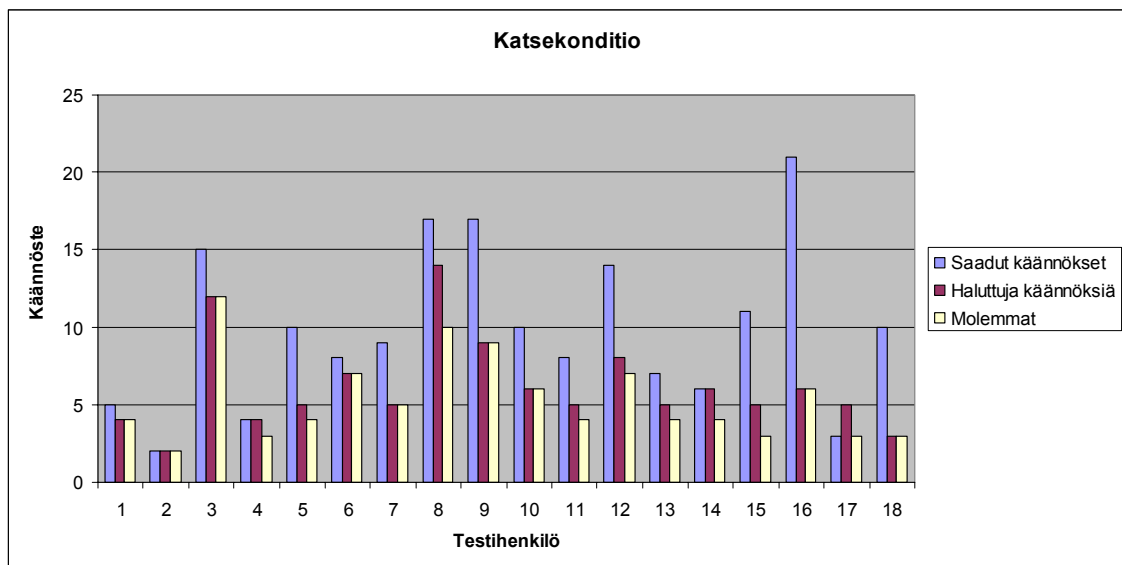
3.2. Käännöksiä eri konditioissa

Kunkin tekstin lukemisen jälkeen testihenkilöä pyydettiin käymään teksti kertaalleen läpi ja poimimaan tekstin joukosta ne sanat, joista tämä olisi kaivannut käännöstä. Yhtenäisyyden vuoksi näin toimittiin myös hiirikonditiossa, vaikka oletus olikin että kaikki halutut sanat tulevat poimituksi jo ensimmäistä kertaa tekstiä luettaessa.

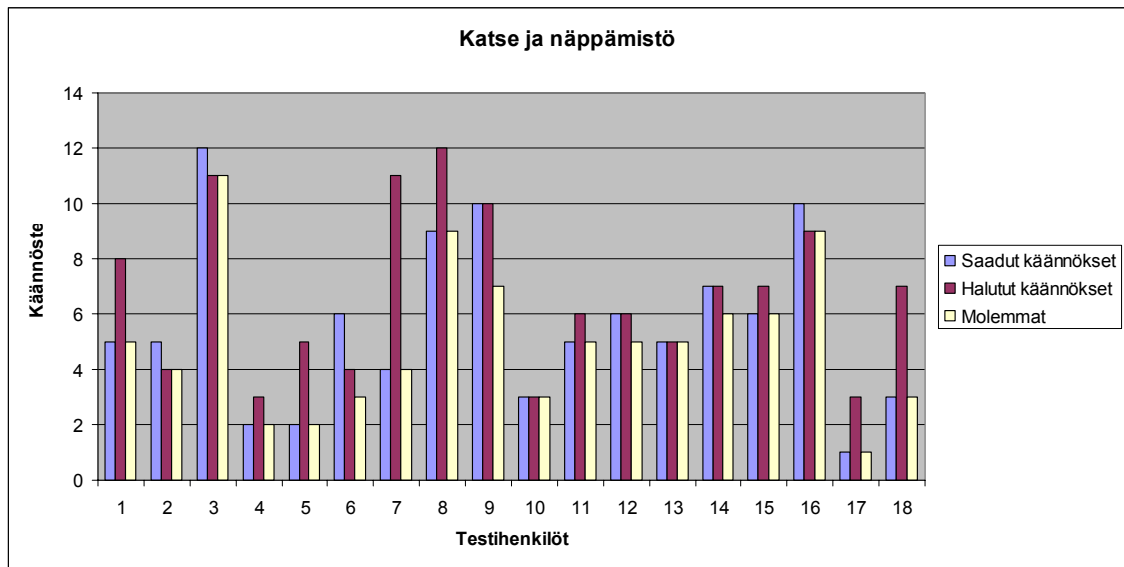
- Katsekonditiossa testihenkilöt osoittivat yhteensä 111 ongelmallista sanaa, joista 96:een saatiin käännös, jolloin iDictin onnistumisprosentti oli 86. Vääriä hälytyksiä oli lisäksi 81 kappaletta, joka on 0,67% kaikista mahdollisista vääristä hälytyksistä.

- Katse- ja näppäimistö-konditiossa testihenkilöt osoittivat yhteensä 121 ongelmallista sanaa, joista 90:een saatiin käänös. Onnistumisprosentti oli 74. Vääriä hälytyksiä oli 11 kappaletta, 0,09% kaikista mahdollisista.
- Hiirikonditiossa ongelmallisia sanoja osoitettiin yhteensä 116, mutta yllättäen vain 101 niistä oli käännetty testihenkilön toimesta testin aikana. Onnistumisprosentti oli siis 87. Vääriä hälytyksiä oli enemmän kuin katse- ja näppäimistö-konditiossa, 23 kappaletta eli 0,19% kaikista mahdollisista vääristä hälytyksistä.

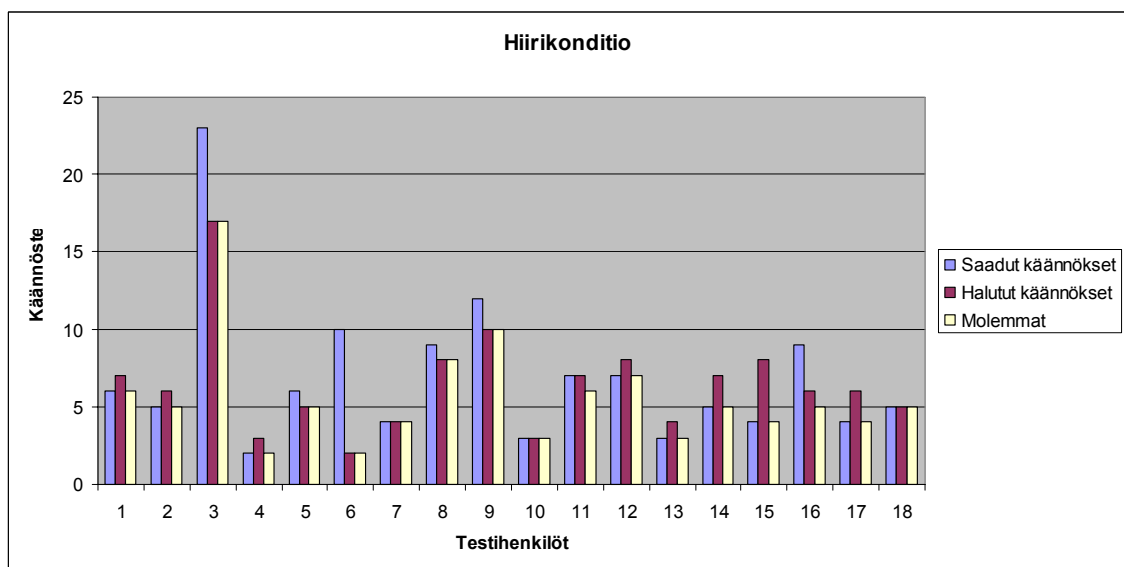
Edellä mainittujen tulosten perusteella sekä hiiri- että katsekonditiot olivat tasavertaisia haluttujen käänösten määrän osalta. Katsekonditiossa ilmeni kuitenkin huomattava määrä tarpeettomia käännöksiä. Tämä saattoi johtua katseenseurannan epätarkkuudesta tai kalibroinnin hankaluudesta.



Kuva 2



Kuva 3



Kuva 4

3.3. SUS-kyselyn tulokset

Kunkin tekstin/kondition jälkeen osallistujia pyydettiin täyttämään kyselylomake, jossa oli Brooken SUS-kyselyn mukaiset 10 väittämää. [Brooke, 1996] Suomeksi käännettyt väittämät olivat seuraavat:

1. Voisin käyttää tätä järjestelmää säännöllisesti.
2. Järjestelmä on mielestäni liian monimutkainen.
3. Järjestelmä on mielestäni helppo käyttää.
4. Mielestäni järjestelmän käytön oppiminen vaatii kokeneen käyttäjän opastusta.

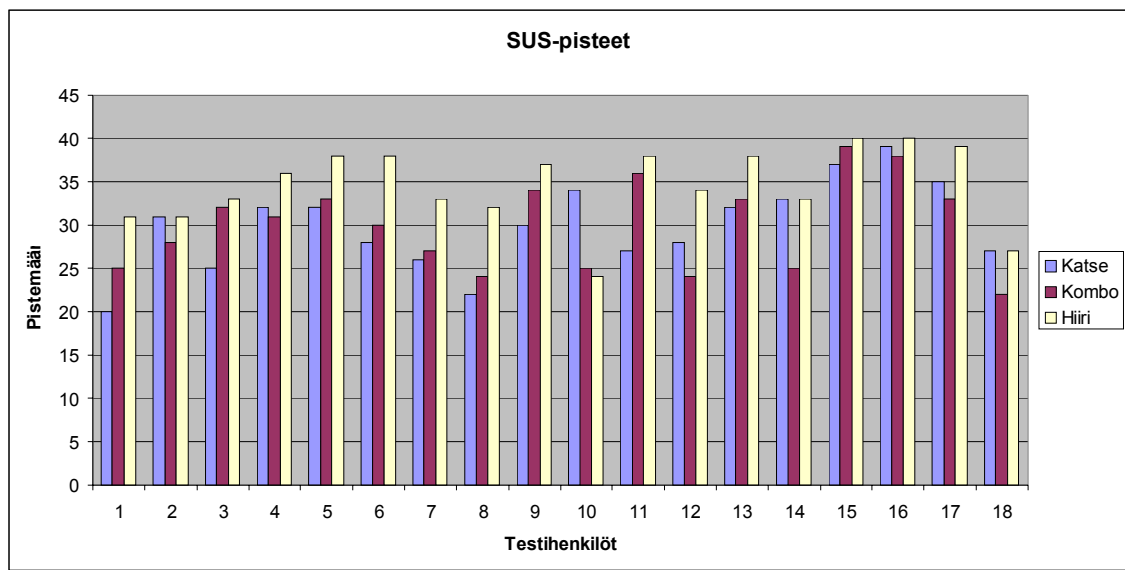
5. Mielestäni järjestelmän eri toiminnot on liitetty toisiinsa onnistuneesti.
6. Mielestäni järjestelmässä on liikaa epäjohdonmukaisuuksia.
7. Uskon, etää useimmat oppivat käyttämään järjestelmää hyvin nopeasti.
8. Mielestäni järjestelmää on hyvin kömpelö käyttää.
9. Tunsin oloni hyvin luottavaiseksi järjestelmää käyttäessäni.
10. Mielestäni ennen järjestelmän käyttöä pitää opetella paljon uusia asioita.

Testihenkilön tuli vastata kuhunkin väittämään viiden kohdan Likert-asteikkoa käyttäen. Kukin lomake pisteytettiin niin, että väittämien 1, 3, 5, 7 ja 9 pistemäärä oli yksi vähemmän kuin asteikon osoittama luku, ja väittämien 2, 4, 6, 8 ja 10 pistemäärä oli 5 vähennettynä asteikon osoittamalla luvulla. Näin kullekin väittämälle saatiin pistemäärä väliltä 0-4. Laskemalla pisteet yhteen saatiin luku, jonka avulla voidaan vertailla eri konditioiden subjektiivista käytettävyyttä. Maksimipistemäärä kullekin konditiolle on 40.

Keskiarvoksi katsekonditiolle saatiin 29,9, keskihajonnan ollessa 4,9. Katse- ja näppäimistökontitiolle saatiin keskiarvoksi 29,9, keskihajonta 4,8. Hiirikonditio sai kahta muuta konditiota hieman paremmat pisteet, 34,5, keskihajonta 4,5.

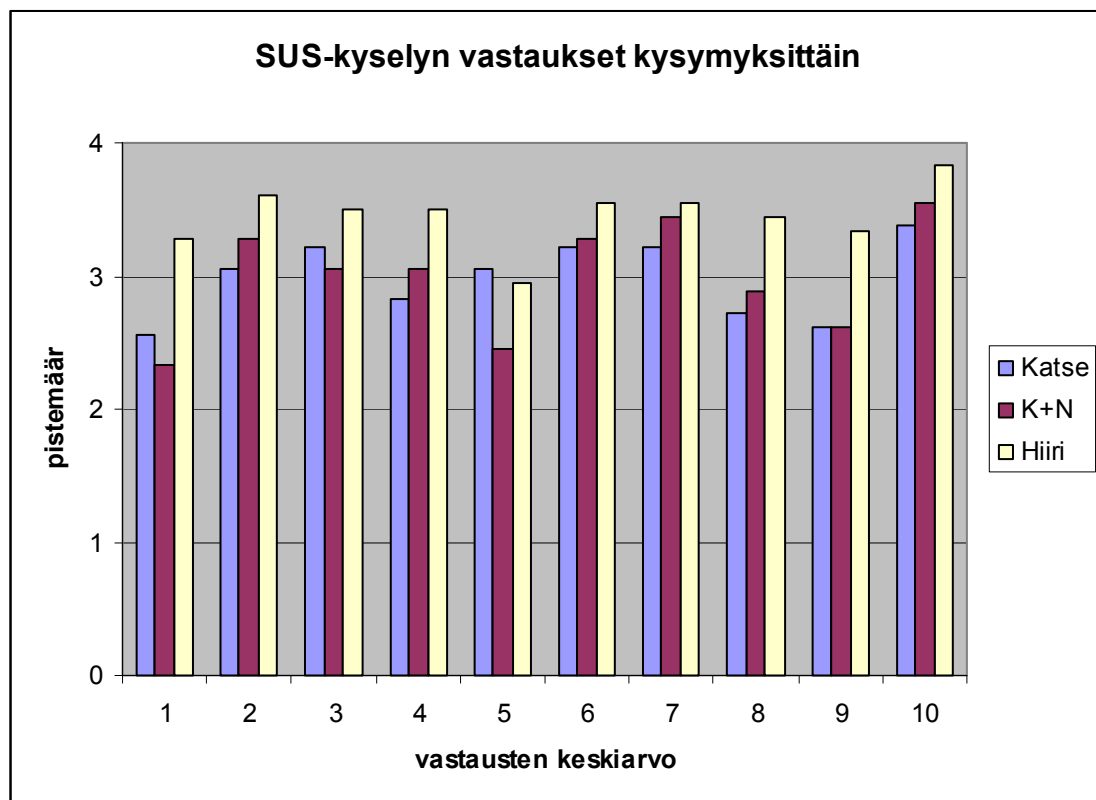
Katsekondition ja katse- ja näppäimistökontition saamien pisteiden välillä ei ole käytännössä eroa lainkaan. Katsekondition ja hiirikondition saamien pisteiden välinen ero on erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). Katse- ja näppäimistökontition sekä hiirikondition saamien pisteiden välinen ero on merkitsevä ($p < 0,01$).

Kuvan 2 pylväsdiagrammista näkyy kunkin testihenkilön antamista vastauksista laskettujen pisteiden keskiarvot testihenkilöittäin.



Kuva 5

Kuvan 3 pylvädiagrammi esittää SUS-kyselyn vastauksista laskettujen pisteiden keskiarvoja, kustakin kysymyksestä erikseen. Merkillepantavaa on, että hiirikonditio on saanut kaikissa kysymyksissä paremmat pisteet kuin kahdessa muussa konditiossa.



Kuva 6

3.4. Konditioiden suosituimmuusjärjestys

Testihenkilöitä pyydettiin testin päätteeksi asettamaan konditiot suosituimmuusjärjestykseen niin, että 1 = käyttäisin mieluiten, 3 = käyttäisin vähiten mieluiten. Hiirikonditio sai eniten ykkössijoja, kahdeksan (8) kappaletta. Katsekonditio sekä katse- ja näppäimistökonditio saivat kumpikin 5 ykkössijaa.

Sijoitus	Katse	K+N	Hiiri
1	5	5	8
2	6	4	8
3	7	9	2

Taulukko 2: Konditioiden suosituimmuus

Testihenkilöitä pyydettiin lisäksi listaamaan eri konditiot sen mukaan, mitä he pitivät tehokkaimpana ja vähiten tehokkaimpana.

Sijoitus	Katse	K+N	Hiiri
1	4	3	11
2	7	4	7
3	7	11	0

Taulukko 3: Konditioiden tehokkuus

4. Päätelmät

Ensimmäisen tekstin lukemiseen kulunut aika on pisin hiirikonditiossa, painottuen kahteen testihenkilöön (testihenkilöt 3 ja 9). Suuret vaihtelut lukuajoissa testihenkilöiden välillä selittynevät sillä, että testihenkilöille sallittiin varsin vapaa tyyli lukemisessa. Vaikka kaikki noudattivat ohjetta lukea teksti aluksi suoraan läpi, testihenkilöt hyödynsivät hyvin vaihtelevasti mahdollisuutta käydä teksti läpi toistamiseen. Kuitenkin selvästi pitemmät lukuajat ensimmäisessä tekstissä selittynevät osittain sillä, että teksti on hiukan pitempi kuin muut (236 sanaa vs. 228 ja 216 sanaa).

Harjoitustekstin käytöstä huolimatta on myös mahdollista, että ensimmäisessä tekstissä testihenkilöt vielä totuttelivat ohjelman käyttöön. Hiirikonditiossa ohjelman aktiivinen kokeilu on suuremmin mahdollista kuin katsekonditiossa tai katse- ja näppäimistökonditioissa, joissa käännettävän sanan valinta tehdään testihenkilön puolesta, joten kokeiluun käytettiin enemmän aikaa. Kahden muun tekstin kohdalla hiirikonditio ei vienyt eniten aikaa.

Oli odotettavissa, että katsekonditiossa väärrien hälytysten määrä olisi suurempi kuin kahdessa muussa konditiossa, joissa testihenkilö voi valita,

haluaako nähdä käännöksen vai ei. On kuitenkin kiinnostavaa, että myös hiirikonditiossa ilmeni ns. vääriä hälytyksiä (23 kpl), eli tässä tapauksessa sanoja, joiden käännöksen testihenkilö oli päättänyt katsoa tekstiä lukiessaan, mutta johon ei maininnut jälkeensä tarvinneensa käännöstä. Näiden ”ylimääräisten käännösten” määrä on myös suurempi kuin katse- ja näppäimistökonktion väärien hälytysten määrä (11 kpl), vaikka onkin huomattavasti pienempi kuin katsekonditiossa (81 kpl). Tämä voi johtua hiirikondition aktiivisuutta edellyttävästä luonteesta. Katseenseurantaa hyväksi käyttävät vuorovaikutustavat saattavat sen sijaan paljastaa ymmärtämisvaikeuksia sellaistenkin sanojen kohdalla, joita käyttäjä ei tietoisesti miellä vaikeiksi tekstiä lukiessaan.

Tutkimuksen alussa oletettiin, että katse- ja näppäimistökonktion pärjäisi paremmin kuin katsekonditio testihenkilöiden arvioinneissa. Oletusten vastaisesti katsekondition ja katse- ja näppäimistökonktion välillä ei kuitenkaan ollut eroa SUS-lomakkeiden perusteella lasketuissa pisteissä, eikä erikseen kysytyssä konditoiden suosituimmuudessa. Loppuhaastatteluiden (Liite 1) perusteella useissa tapauksissa, joissa katse- ja näppäimistökonktion pärjäsi huonommin kuin katsekonditio, testihenkilöt ilmoittivat pitäneensä sanojen ”välkkymistä” häiritsevänä; sanat virittyivät nopeammin katse- ja näppäimistökonktion. Viisi testihenkilöä ilmoitti myös pitäneensä näppäimistöä ylimääräisenä riesana, kun katsetta joka tapauksessa seurattiin. Koska katse- ja näppäimistökonktion sai myös myönteisiä arvioita, ei voida tehdä yleisiä johtopäätöksiä kummankaan moodin paremmuudesta toisiinsa nähden.

Hiirikondition suosio muihin konditioihin verrattuna on tulosten perusteella selvä. Vaikka katsetta hyödyntäneissä konditioissa ajoittain esiintyneet kalibrintiongelmat selittävät varmasti osittain hiirikondition suosiota, on hiiren tuttuudella myös suuri merkitys, mikä kävi ilmi myös loppuhaastatteluista. On siis tärkeää, että iDictin ja muiden sen kaltaisten ohjelmien kehityksessä tuetaan myös ohjelman käyttöä hiirellä.

Perusteena SUS-lomakkeen käytölle oli sen testattu soveltuvuus eri tyyppisten järjestelmien käytettävyyden vertailuun. Tässä tutkimuksessa lomakkeen kysymysten yleisluontoisuus on kuitenkin saattanut tuoda ylimääräistä etua hiirikonditiolle sen tuttuuden takia. Tietokoneen käyttö hiiren avulla oli kaikille testihenkilöille tuttua, mutta vain kolme oli aiemmin ollut tilanteessa, jossa heidän katsettaan olisi seurattu, ja hekin vain kerran. Täysin luotettavasti vuorovaikutustapojen suhteellista käytettävyyttä voisi kuitenkin vertailla vain tilanteessa, jossa kaikki konditiot ovat käyttäjille yhtä outoja.

Viiteluettelo

- [Apple, 2005] Apple Computer, Inc. Introduction to system services. <http://developer.apple.com/documentation/Cocoa/Conceptual/SysServices/index.html>, 2005
- [Babylon, 2005] WWW. Babylon online dictionary software. <http://babylon.polyglot-learn-language.com/>, 2005.
- [Brooke, 1996] John Brooke. "SUS – a quick and dirty usability scale". In Patrick Jordan, editor, *Usability Evaluation in Industry*, pages 189-194. Taylor & Francis, London, 1996.
- [Fono and Vertegaal, 2005] David Fono and Roel Vertegaal. EyeWindows: evaluation of eye-controlled zooming windows for focus selection. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 151-160. ACM Press, 2005.
- [Hyrskykari *et al.*, 2000] Aulikki Hyrskykari, Päivi Majaranta, Antti Aaltonen, and Kari-Jouko Räihä. Design issues of idict: a gaze-assisted translation aid. In *ETRA '00: Proceedings of the symposium on Eye tracking research & applications*, pages 9-14. ACM Press, 2000.
- [Hyrskykari *et al.* 2003] Aulikki Hyrskykari, Päivi Majaranta, and Kari-Jouko Räihä. Proactive response to eye movements. In *Proceedings of INTERACT 2003*, pages 129-136, Zürich, Switzerland, September 2003.
- [Mobimouse, 2005] WWW. Mobimouse. <http://www.mobimouse.com/>, 2005-06-16
- [Zhai *et al.*, 1999] Shumin Zhai, Carlos Morimoto, and Steven Ihde. Manual and gaze input cascaded (magic) pointing. In *CHI '99: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 246-253. ACM Press, 1999.
- [Zhai, 2003] Shumin Zhai. What's in the eyes for attentive input. In *Communications of the ACM*, 46(3):34-39, 2003.

Liite 1: Testiin osallistuneiden loppuhaastattelut

Testien jälkeiset loppuhaastattelut litteroituna. Jokaisen testihenkilön kohdalle on merkitty konditioiden järjestys koodattuna A = katsekonditio, B = katse- ja näppäimistö-konditio, C = hiirikonditio.

1. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: B, C, A

Suosituimmuusjärjestys: B, C, A

Tehokkuusjärjestys: B, C, A

TH: Tää oli jotenkin tää pelkällä katseella niin se liian helposti niinkun tai silleen että siinä kesti vähän aikaa ja se meni liian helposti sinne ohitte.

DK: Joo elikä häiritsikö sua se että sieltä tuli semmosia turhia sanoja?

TH: Joo...

DK: ...siis niinku vääriä?

TH: Hiirellä on se etu että se on niin tuttu systeemi.

DK: Siinä ei tarvi opetella sitä... Mitä mieltä olit yleisesti tästä ohjelman ideasta?

TH: Se on ihan hyvä

DK: Oisko tilanteita missä voisit kuvitella käyttäväsi [...]?

TH: Ehkä jos sen sais plugarina nettiselaimen.

DK: Joo, siinä tais aikalaillla tulla kaikki.. [...] Millainen toi katseen ja näppäimistön konditio oli verrattuna katsekonditioon. Minkä koit siinä eroksi?

TH: Piti tyyliin lopettaa lukeminen... kun oli näppäimistöllä valinnu niin se pysy siellä kun luki eteenpäin kun sai luettua koko lauseen.

TH: Tykkäisin enemmän klikkailla. Tuntu jotenkin oudolta ku sitä piti siirrellä siinä ja se kursori oli siinä.

DK: Mitäs jos siinä olis semmoinen käyttömahdollisuus että vois klikkailla, [...] mihin se sijoittuisi tolla skaalalla?

TH: Kyllä se katsesysteemi oli kumminkin aika kätevä.

2. Testihenkilö

Konditoiden järjestys: C, B, A

Suosituimmuusjärjestys: A, C, B

Tehokkuusjärjestys: A, C, B

DK: osaatko sanoo miksi nimenomaan pelkällä katseohjauksella käyttäisit mieluiten?

TH: Onhan se paljon mukavampi ku siinä ei tartte hiirtä ja näppäimistöä käyttää ollenkaan.

DK: joo, mites sitten hiirellä ohjauksen laittaisit kuitenkin sinne väliin

TH: kuitenkin vähän vierastan näppiksen käyttöä tossa yhteydessä, ja kumminkin oon tottunu koneella tekemään kaiken hiirellä.

DK: mites jos se olis jotenkin hiireen yhdistetty että hiirtä klikkaamalla tulis se sinne näkyviin, olisko se sitten erilaista...?

TH: se varmaan olis jonkin verran

DK: joo, tehokkuudet olit samalla tavalla aatellu... mitä mieltä olit yleisesti ohjelman ideasta?

TH: no, ohan se ihan kätevä jos tykkää koneelta lukea, mutta mä ite en tykkää ollenkaan lukea ruudulta.

DK: olisko siitä huolimatta jotain tilanteita joissa saattaisit käyttää tämmöistä järjestelmää?

TH: mikä ettei

DK: osaatko sanoa minkälainen... käyttäisitkö esim. opinnoissa tai muuten tekstiä lukiessa

TH: nimenomaan ehkä opinnoissa....

DK: ok, onko sulla mitään kommentteja tästä ohjelmasta

TH: ei oikeastaan

DK: häiritsikö sua katsekonditiossa että pulpahteli katsekonditiossa turhia käännöksiä?

TH: joo vähän häiritsi

DK: kuitenkin voisit sitä käyttää?

TH: joo

DK: entäs oliko siinä sitten mitään eroa tohon katse ja näppiskonditioon?

TH: ei siinä oikeastaan mitään semmosta että se parempi olis ollu

DK: entäs sitten kun käytit sitä hiirellä?

TH: se oli hyvin luonnollinen, mutta vähän outoa oli kun piti siirtää sitä sinne oikeelle

DK: olisitko mieluummin käyttänyt sitä jollain muulla tavalla?

TH: no esimerkiksi oikeeta nappia klikkaamalla

3. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: C, A, B

Suosituimmuusjärjestys: B, A, C

Tehokkuusjärjestys: C, B, A

DK: Valitsit tuon kohdistus katseella ja valinta näppäimistöllä mieluisimmaksi?

TH: No siinei tullu mittei semmosta häiritsevää, eli jos esimerkiksi katto väärään, niin sit sen selostus ei ilmestyny automaattisesti, vaan näki selvästi että jos mä nyt painan tästä niin se selostus... tai suomennos tulee tästä sanasta. Musta se oli hyvä, ettei mitään ylimääräistä ponnahtanu mistään.

DK: Pidit kuitenkin katseella ohjausta mielekkäämpänä kuin hiirellä ohjausta?

TH: No se nyt oli aika helppo, ei tarvi tehdä mitään muuta ku lukee vaan. Sit ku oppii sen systeemin niin se on tosi helppo.

DK: Häiritsikö sinua pelkässä katseohjauksessa turhat käännökset?

TH: Oli se ehkä vähän ärsyttävä että ne tuli vaikka se oli niinku se katse väärässä kohdassa.

DK: Mites sellaisessa tilanteessa jossa olit lukemassa tekstiä ja sait käännöksen sanasta jota et tarvi? Häiritsikö se?

TH: Ei tullu semmosii, kyl sitä jonkun aikaa saa kuitenkin kattoo ennen ku se käännös tulee.

DK: Pidot kuitenkin hiiriohjausta tehokkaampana kuin noita muita.

TH: No siinä ei oo kuitenkaan virhemahdollisuutta, että se on sit se mihin se vie, se on kuitenkin helpompi kun kädellä vie kuin katseella.

DK: Olisiko tilanteita joissa voisit kuvitella käyttäväsi tällaista systeemiä jos se olisi helposti saatavilla?

TH: Melkeinpä kyllä, mun mielestä tää on tosi kätevä.

DK: Eli piditkö ohjelman ideasta?

TH: Joo.

4. Testihenkilö

Konditoiden järjestys: A, B, C

Suosituimmuusjärjestys: C, A, B

Tehokkuusjärjestys: C, A, B

DK: eli hiirellä ohjauksen valitsit molemmissa kohdissa, minkä takia?

TH: no sillon se ei ainakaan näytä niitä mihin ei oo tarkottanu kohistaa, että siinä mielessä se on kiva, se tuntuu niinku nopeimmalta että voi saman tien niinku... että sitä ei tarvi alkaa tuijottaa

DK: oot kuitenkin sitten valinnu katseohjauksen paremmaksi kuin tän yhteismoodin, osaatko sanoa perusteita

TH: no lähinnä tuntui häiritteväältä kun muuttui se sana harmaaksi koko ajan. Oli sit kuitenkin helpompaa vaan katsoa kuin katsoa JA painaa

DK: mitä mieltä oot yleisesti ohjelmasta [...]

TH: no musta tää on ihan kätevä, paljon helpompi se on ku se on yhistetty ku et pitäis alkaa aina kattomaan erikseen jostain sanakirjasta. Se katsejuttukin on silleen hieno ettei tarvi muuta ku olla vaan ja lukea.

DK: Olisko jotain tilannetta missä voisit kuvitella käyttäväsi tätä ohjelmaa katseen avulla?

TH: No... se on tiettenkin jos ei kauheen pitkiä tekstejä, niinku jotain tenttiaineistoa niin sitten. Emmä pitempiä tekstejä oikeen tykkää lukea...

DK: koneelta?

TH: niin, mut tämmösiä lyhyempiä niin siinä on ihan ok.

DK: katsemoodissa, koitko häiritseväksi ylimääräisiä käännöksiä?

TH: kyllä se vähän silleen, kun se vähän niinku ilmesty, niin se vähän niinku haittas sitä lukemista. No niitä ei niitä niin hirveesti tullu... kyllä se vähän häiritsi.

DK: mites sitten tossa katseella ja näppäimistöllä käytössä? Minkälainen kokemus?

TH: Muuten ihan hyvä mutta ku se tavallaan niinku seuras ku se niin helposti otti sen silleen harmaaksi

DK: hiiren käyttö on varmasti tuttua, vaikuttiko se siihen helppouteen

TH: joo... mut mieluummin ehkä silleen että sitä klikattaisiin ku sitä piti niinku pitää siinä.

5. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: A, C, B

Suosituimmuusjärjestys: A, C, B

Tehokkuusjärjestys: A, C, B

DK: eli valkkasit tän pelkällä katseohjauksella mieluisimmaksi, osaatko sanoa miksi?

TH: no siinä tuntu että riittää se yks vaikutustapa, se tuntui toimivan

DK: joo, mites jos vertaat kohdistukseen katseella ja valintaan näppäimistöllä?

TH: no ainaki häiritsi ku sen katseen mukaan välkky harmaana, se häiritti lukemista, ja kauheen vaikee sitä speissiä painaa, tuli mun mielestä paljon luontevammin se käännös ku piti vaan kattoo. Ehkä vähän häiritti ku kalibrointi ei ollu ihan kohallaan niin joutu korjaan.

DK: Mitä mieltä oot ohjelman ideasta?

TH: mun mielestä tosi hyvä idea. Sitä tulee luettua silleen passiivisestikin, ja on ymmärtävinään, ja jotain sanoja ei vaivaudu kattoon vaikka ne oliski merkityksellisiä, niin tässä ne melko helpolla vaan tulee tohon.

DK: olisko tilanteita missä voisit kuvitella käyttäväsi?

TH: Kyllä vois lukee oikeastaan ihan mitä vaan sitte

DK: luetko ylipäättään mielellään ruudulta?

TH: no kyllä mä kirjaa suosin, on vähän vapaampi se lukuasento siinä

DK: millaiset käyttökokemukset katseella käyttäessä? häiritsikö sua ylimääräiset käännökset?

TH: ehkä se hieman mutta aika pieni paha. Kun pysähty miettiin sitä lausetta jälkikäteen. [käyttökokemus oli]Aika luonteva.

DK: mites sitten katseella ja näppäimistöllä käyttäessä

TH: se häiritti vähän se [vilkkuminen]... lukutapa kumminkin semmonen että lukee lauseen.

DK: koitko millään tavalla etuna että voit valita haluatko käännöksen vai et?

TH: no joo oli siinä jotain etua.... mutta verrattuna pelkkään käyttöön katseella niin kyllä se aika siinä oli sen verran sopiva että sen sai siitä ihan sopivasti

DK: mites hiirellä käyttö, oot asettanu sen katseella käytön sen edelle?

TH: se on ainakin se toimivuudeltaan paras että kyllähän sekin oikeen kätevä on?

DK: mutta kuitenkin käyttäisit mieluiten katseella jos se olis saatavilla?

TH: joo

6. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: B, C, A

Suosituimmuusjärjestys: C, B, A

Tehokkuusjärjestys: C, B, A

DK: laitoit hiirellä ohjauksen mieluisemmaksi...

TH: siinä ei tuu semmosta tunnetta että sua katseltais koko ajan... että sua tarkkaillaan

DK: mites kohdistus katseella ja valinta näppiksellä ja katseohjauksen ero?

TH: enemmän pelkässä katseohjauksessa sitä että tuntu että joku tarkkailis koko ajan

DK: tuntuko se ahdistavalta?

TH: kyllä, melkeimpä

DK: mitä mieltä ohjelmasta?

TH: ihan kätevä, ei tarvi selailta sanakirjoja

DK: oisko siitä huolimatta tilannetta jossa voisit kuvitella käyttäväs tätä systeemiä?

TH: joo mä oon itseasiassa lukemassa yhtä kirjaa englanniksi ja sitä ei vaan jaksa mennä sanakirjan luo ja katsoo sieltä sanoja. Olis kätevää...

DK: voisitko kuvitella käyttäväs tätä katsetoimintoa sen yhteydessä jossain tilanteessa..

TH: no onhan se.... jos on hyvin väsynyt... että olis tommonen nollat taulussa -tilanne ettei jaksa niin pitäis kumminkin lukea jotakin niin ehkä siinä. Jotain koulujuttuja esimerkiksi.

DK: millainen käyttökokemus katseella ja näppäimistöllä käytössä?

TH: joo se oli silleen että ajattelin että mä annan sille vasta luvan sen sanan kääntämiseen

DK: häiritsikö sua ollenkaan että se värjäs sieltä niitä sanoja

TH: ei yhtään

DK: häiritsikö kun jouduit korjailemaan rivejä?

TH: no kyllä se vähän ku piti ootella että tullee se sieltä itellään...

DK: no entäs hiirellä käytettäessä, millainen yleinen kokemus oli

TH: no sehän oli kaikista miellyttävien... miten mä nyt sanoisin...

DK: hiirellä käyttö oli varmaankin sulle tuttua ennestään, miten luulet että se vaikutti siihen?

TH: no ehkä jos se olis vähän vieraampi esine niin se vaikuttais...

DK: no mites katseella käytettäessä, millainen yleinen kokemus oli

TH: no semmonen että tuntu että se kokoajan kyttää mua. Sitä ei voi keskittyä niin paljon siihen tekstiin...

DK: häiritsikö turhat käännökset

TH: kyllä se jossain kohtaa sen teki, ja rupesin kattomaan että mitähän se nyt...

ei se erityisemmin häirinnyt mutta kiinnitti huomion kuitenkin

DK: kommentteja?

TH: no en oo tämmöstä ikinä kokeillu, en mä osaa mitään kysyä

7. Testihenkilö

Konditoiden järjestys: B, A, C

Suosituimmuusjärjestys: C, A, B

Tehokkuusjärjestys: A, C, B

DK: merkkasit hiirellä ohjauksen mieluisimmaksi, miksi?

TH: ehkä se on semmonen kun on tottunu kumminkin käyttään hiirtä... ehkä se on ku tää on tämmönen testitilanne mutta että kyllä siinä oli semmosta epävarmuutta että istunks mä nyt ihan varmasti suorassa ja katonko oikeeta kohtaa ja niin edespäin... ehkä siinä mielessä miellyttävä (hiiri)

DK: oot asettanut katseen mieluisammaksi kuin yhteiskäyttöä?

TH: se on taas sitten niinku... ei se ollu hankalaa eikä silleen, mutta paljon miellyttävämpää silleen... kun se oli sen verran hyvin tehty toi pelkällä katseella ohjaus, ja varsinkin kun ei ollu kovin monia semmosia sanoja joista olis tarvinnu tommosta pitkää listaa niin se on jotenkin helpompaa vaan kattoo jotain kohtaa ja sitte vilkasta että aha se oli tommonen sana ja sitte jatkaa ku että pysähtyä ja sitte painaa ja silleen.

DK: Mitä mieltä yleisesti ohjelmasta?

TH: joo siis mun mielestä se on tosi hyvä, kun siis tälläkin hetkellä luen englanninkielistä kirjallisuutta... mutta monasti tulee semmonen että pitäis tääkin tarkistaa mutta ei sitä sit enää jaksa käydä sanakirjasta tarkistamassa. Että tää on hyvä ku semmosiaki sanoja joita ei viittis tarkistaa niin tietää heti että ymmärsikö oikein.

DK: kuitenkin arvioit tän katseella ohjauksen tehokkaimmaksi vaikka mieluiten käyttäisit hiirtä.

TH: no se on silleen että ei tarvi sitten käyttää mitään... niinku hiirtä enää. Se vois ehkä olla nopeempi kumminkin. Mutta mä oon tottunu käyttään hiirtä.

DK: voisitko kuvitella käyttäväs tämmöstä katseenseurantajärjestelmää?

TH: joo kyllä siis ainoa mitä... ei tullu mieleen semmosta tilannetta missä pitäis lukea englanninkielistä tekstiä, mutta nyt kun mä rupeen miettimään niin tulee aika paljonkin mieleen... varsinkin opintojen edetessä voi tulla paljonkin semmosta tekstiä. Mutta nykyään harvemmin tulee luettua kaikkia pätkiä. Mutta olis joo ehdottomasti siihen hyvä... jos tää tosiaan toimis jollain webbikamerasysteemillä

DK: millainen käyttökokemus katseella ja näppäimistöllä?

TH: ensimmäinen oli stressaavin siinä ja sit ku tuli heti ensimmäiseen se virheilmoitus... ehkä se ensimmäinen oli silleenki stressaava ku siinä tavallaan näki ku se harmaa seuras niin tarkasti niin tuli semmonen tunne että luenko mä näin hitaasti

DK: häiritsikö sua se kun se tavallaan välkky siinä?

TH: ei se häirinny, ehkä se oli vaan se ku ei oo käyttäny sitä... tuli vaan mieleen että luenko mä näin hitaasti. Sit siinä seuraavassa ku ei siinä ollukaan sitä niin tuntu että tuleeko niitä ollenkaan, mutta sitten ku keskitty vähän tarkemmin niin niitä tuli sieltä ja se oli hyvä

DK: mites sitten katseella käyttäessä, häiritsikö sua ylimääräiset käännökset?

TH: ei, mut ehkä siinä vaiheessa ku olin jo luku sen ja katoin sitä läpi niin sieltä tuli niitä mut siinä vaiheessa mä en kiinnittäny niihin mitään huomiota
Tossa katseentunnistuksessa niinku yleisesti tosiaan niinku saatan hyppiä silleen että luen niinku tekstiä ja miettii että miten se katseenseuranta suhtautuu siihen ku hypin lauseita...

DK: entäs hiirellä käytöstä?

TH: ehkä ku oli tottunu siihen että katsetta seurataan ja sitte menin vähän sekasin siinä että seurataanko tässä... ku rupesin sitten ajattelemaan että ku katon tohon niin se tulee siihen...

8. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: C, B, A

Suosituimmuusjärjestys: C, A, B

Tehokkuusjärjestys: C, A, B

DK: Merkkasit hiirellä ohjauksen että sitä käyttäisit mieluiten?

TH: no siinä ei tarvi keskittyä siihen katseeseen silleen... että silmät varmana rasittuu jos lukee pitempään tekstiä ja hiirellä. Ja tossa hiirellä ja näppiksellä käyttäessä niin siinä sitten ei ollu mitään erikoista

DK: mitä mieltä ohjelmasta?

TH: on se siis tosi kätevä. menis paljon kauemmin jos joutuis kattomaan ne jostain toisesta paikasta... että tossa tulee paljon enemmän niitä sanoja.

DK: olisko tilanteita joissa voisit kuvitella käyttäväs katseohjausta?

TH: joo kyl mä luultavasti voisin käyttää sitä... missähän sitä vois... emmä osaa sanoa mitään tilannetta... vois se olla kyllä... ehkä semmosessa tilanteessa jossa olis kannettavassa, kun hiirtä ja näppistä olis hankala käyttää... juna tuli mieleen tai jotain.

DK: käyttökokemus hiirellä?

TH: ei mitenkään erikoista. sinänsä mielenkiintoista käyttää tämmöstä katseenseurajuttua... tulee semmonen fiilis että ku kattoo siihen niin vuorovaikutusta on tavallaan enemmän

DK: katse- ja näppiskonditiossa, häiritsikö sua että se aika monen sanan kohdalla värjäs harmaaksi?

TH: ei silleen, kyllä se aika hyvin toimi silleen... siinäki joutu keskittyyn siihen sanaan aika hyvin

DK: pelkällä katseella, häiritsikö sua ne ylimääräiset sanat?

TH: ei silleen... ku se ei oo enää katsekentässä niin se ei häirinny silleen

9. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: C, A, B

Suosituimmuusjärjestys: C, B, A

Tehokkuusjärjestys: B, C, A

DK: joo eli mieluiten käyttäisit hiirtä ja vähiten mieluiten katseohjausta, osaatko perustella näitä?

TH: no hiirellä ei ollu mitään häiritseviä juttuja, sä saat just sen minkä sä haluat. Ja tossa katseella pitää alussa aina kohdistaa niin siihenki menee aikaa... ja toi kolmonen niin siinä oli sit niin paljon muita häiritseviä juttuja... ehkä toi hiiri sit kuitenkin. Kyllä toi kakkonenki sitten oli ihan käypä. Mut siinä ku piti kattoo silleen tarkasti niin se vähän rasittaa silmää enemmän ku hiirellä.

DK: kuitenkin sitten aattelit että se olis tehokkainta.

TH: mut aattelin silleen että voi tästä suoraan kattoo että se olis vähän nopeempi mut en mä sit tiijä.

DK: mitä mieltä ohjelmasta?

TH: ihan joo, voisin mä tämmöstä käyttää, säästää aikaa ja vaivaa. Että ehkä oppimiskäytössä ei olis niin hyvä... mutta kyllä se auttaa...

DK: olisko tilanteita missä voisit kuvitella käyttäväs?

TH: kyllä vois tätä käyttää... jossain koulujutuissa ehkä. Mutta jos lukis jotain kirjaa niin millä sä saat sen tonne... mut jos jostain netistä hakee juttuja, en mä nyt kuitenkaan lue niin paljon englanninkielisiä juttuja. Ja sit se että tässä saa vaan sen sanan muttei sitä lausetta... kyllä se sanakin tietty auttaa paljon... mut kyllä mä voisin käyttää joo.

DK: käyttökokemus katseella käyttäessä

TH: ehkä vähän silleen epävarma, että rasitti silmiä, ja ku tuli koko ajan niitä juttuja.

DK: eli haittasko sua ne ylimääräiset...?

TH: ne ylimääräiset haittas joo.

DK: eli mites katseella ja näppiksellä

TH: oli se paljon miellyttävämpi... ei se harmaannus niin paljon häirinny ku se sana

DK: siinähan tuli jonkin verran herkemmin... haittasko sua siinä se

TH: ei se silleen. kun se nyt toimii silleen että kun katot sitä riviä niin se on ihan käypä.

DK: hiiri?

TH: no ei siinä mitään, se teki just mitä sanottiin. Oli hyvä.

DK: kommentteja?

TH: niin tossa katseenseurannassa ei voi kattoo mihinkään muualle vai? Aattelin että pitääks tässä olla ihan jäykkänä.

Sit mä aattelin että ku tossa piti painaa niin jos mä katon että etin tätä näppäintä niin sit se niinku katoo siitä se sana.

10. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: A, B, C

Suosituimmuusjärjestys: A, B, C

Tehokkuusjärjestys: B, C, A

DK: millä tavalla perustelisit näitä?

TH: toi on kaikkeen miellyttävin siinä mielessä toi pelkällä katseella ohjaus että se on kauheen luonnollista, että sun ei tarvi muuta kuin lukee. Ei tarvi toimia silleen käsillä. Tossa hiirijutussa mä en tykänny siitä että pitää tavallaan pelätä koko ajan ettei sohi johonkin turhiin ettei se vie huomiota siitä. Et pitää keskittyä pitään sitä tuolla alhaalla. Ei se nyt varmaan suuri moka olis jos sieltä joku sana tulis. Kyl se sit taas toisaalta on tehokkaampi tapa silleen. Sattuu vähemmän virheitä ku pelkällä katseella. En tiedä johtuuko se kalibroinnista sitten...

DK: kohdistus katseella ja valinta näppäimistöllä olis kuitenkin tehokkain.

TH: se ei kuitenkaan ikään kuin tarjoa turhaan sitä sanaa kun sille pitää kertoa et nyt mä haluan tietää sen sanan, niin se tuntuu tehokkaammalta ku että sieltä hyppiä niitä sanoja. Ehkä sen takia toi eka tuntuu vähemmän tehokkaalta kun sieltä pomppii niitä sanoja. Ehkä jos sen sais ikään kuin säädettyä että se tietäis koska sä haluat sen sanan.

DK: mitä mieltä yleensä ohjelmasta?

TH: eri näppärä silleen jos lukee enemmän vierasta kieltä. Varsinkin semmoselle lukijalle joka osaa suht hyvin englantia ettei joudu kattomaan jokaista sanaa. Että jos sä joudut sen tekeen tarvii olla

tosi hyvä keskittymiskyky että ymmärrät sen lauseen kun se kääntää joka sanan. Oikein hyvä softa, tuntuu silleen aika luonnolliselta.

DK: voisitko kuvitella käyttäväs tämmöstä systeemiä katseenseurannan kanssa

TH: joo, emmä ehkä mitään proosaa... siis huvikseni ku ei se olis niin merkityksellistä että ymmärränkö mä ihan kaiken. Mutta siis esimerkiksi jotain työjuttuja, jotain mitä pitäis oikeesti ymmärtää tosi hyvin. Se on todella hankalaa jos pitää sanakirjaa kaivaa.

DK: ...nimenomaan käyttäen katseenseurantaa apuna?

TH: kyllä, ehdottomasti. Toi kummastuttaa vähän että miksei tämmönen oo käytössä... aika vaativaa teknologiaa tää katseenseuranta kai on.

DK: millanen käyttökokemus katseella?

TH: no se kalibroititouhu vähän häiritse siinä. no muuten se oli ihan ok, mut siinä oli tosiaan se ihan pieni viive... ei se nyt maailmaa kaada... ja se että se ehdotti paria jotain semmosta mitä en tarvinnut

DK: häiritsikö sua ne ylimääräiset käännökset?

TH: No se ei varmaan normaalitilanteessa häiritse, mutta tässä kun mä tiedän että sä otat ylös niitä, niin sitten kun se käänsi jotain mitä mä tiedän niin tuli semmonen että... *peittää kasvonsa*

DK: joo no sen takia mä otin ne ylös että voin sitten selvittää mitkä tosiaan oli semmosia mitkä sä halusit

TH: joo ymmärrän kyllä idean tässä mutta just varmaan sen takia se ei normaalitilanteessa häiritsisi...
Mutta siinä seuraavassa kun se seurasi koko ajan niin sitten kun palas taaksepäin niin siinä se hyppäs seuraavalle riville niin sit se oli tavallaan kaks riviä pielessä ja joutu aika paljon korjaamaan siinä sitten.

DK: (selittää toimintaperiaatetta)

DK: hiirellä käytössä

TH: oli vähän rasittavaa kun mulla oli silleen että mä koko ajan varoin tätä hiirtä...

DK: (selittää klikkaamismahdollisuuden)

TH: mä ehkä pitäisin tosta klikkaamisesta enemmän, vaikka tuleehan siinä ylimääräinen työvaihe ku pitää klikata. Pitäisin ehkä enemmän.

DK: olisitko vastannut eritavalla silloin?

TH: ehkä tohon tehokkuuskysymykseen olisin vastannut eri tavalla... [...] en tiedä onko toi mielekäs sitten. Järjestyksen olisin pitänyt samana.

DK: kysymyksiä?

TH: missä kehitetty (jne)?

DK: (selittää)

TH: onko kukaan sanonut että tuntuu silmissä? Mulla tuntu ikään ku semmonen pieni paine silmissä...

11. Testihenkilö

Konditoiden järjestys: A, C, B

Suosituimmuusjärjestys: C, B, A

Tehokkuusjärjestys: C, A, B

DK: eli hiirellä ohjausta pidit mielekkäimpänä? Osaatko perustella?

TH: Kun on tottunu käyttämään. Tietää että missä kohtaa se on menossa.

DK: mites sitten näiden... miksi pidit tätä yhdistelmää parempana?

TH: ehkä ku musta oli kuitenkin ärsyttävää että niitä sanoja pomppii... muita ku sellaisia joita mä todella haluan.

DK: mites sä oot tässä tehokkuusjutussa laittanu eri järjestykseen?

TH: no olihan se tehokas kun niitä tulee siinä enemmän mutta se oli ärsyttävä.

DK: mitä mieltä ohjelmasta?

TH: ihan hyvä idea... se on vaan että miten sen saa yhdistettyä siihen tekstiin jos tulee jostain muusta lähteestä.

DK: niin jos se olis netistä tai jotain?

TH: joo

DK: voisitko jossain tilanteessa kuvitella käyttäväsi katseavusteisesti?

TH: jos on joku pitkä teksti niin olis se kätevämpi ku ettiä sanakirjasta

DK: ...nimenomaan katseenseurannalla?

TH: jos saa valita niin hiirellä.

DK: katseella käyttäessä kokemus?

TH: ei sekään sinänsä paha ollu, mutta se oli silleen että jos jää jonkun sanan kohdalle kattomaan ja ajattelee hetken jotain muuta niin se pomppaa se sana sieltä... niin tuntuu että se pakottaa että "mee nyt eteenpäin"

DK: häiritsikö sua sitten ne ylimääräiset käännökset mitä se sieltä tarjos?

TH: kyllä

DK: katseella ja näppiksellä käyttäessä kokemus?

TH: no, se oli vissiin silleen kivempi että sai sen sanan sillon kun halus.

DK: häiritsikö sua siinä ... nehän tuli pikkasen helpommin ... häiritsikö että tuli välillä niitä sanoja harmaalla?

TH: tuntu välillä siltä niinkun olis kattonu jotain karaoketekstejä kun se värjäs niitä sanoja sitä mukaa kun mä luen

DK: tuntuiko se häiritsevältä?

TH: emmä tiedä, siihen vois ehkä tottua

DK: mites tässä tilanteessa?

TH: pikkasen joo.

DK: okei, hiirellä käytöstä sanoit että se oli tuttua, oliko mitään muuta?

TH: no se oli siinä mielessä ihan kiva että sai sen silleen kun halus ja se oli aina se oikea sana.

DK: jos saisit valita että käyttäisit niinku äsken tai silleen että klikkais.

TH: varmaan sitä klikkailua niinkun mä tossa yritinkin.

DK: onko sulla mitään kysyttävää, kommenttia?

TH: ei nyt mitään sellasta

12. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: B, C, A

Suosituimmuusjärjestys: C, A, B

Tehokkuusjärjestys: C, A, B

DK: tota, laitoit hiirellä ohjauksen että sitä käyttäisit mieluiten. Osaatko sanoa miksi?

TH: no se on ehkä lähinnä se mihin on tottunu, ja siinä pystyi helpoiten ite päättämään mitä haluaa. Ja jos on pitempään siinä katto jotain sanaa niin sieltä ei tullu turhaan niitä, eli mua ainakin häiritsi jos sieltä tuli semmosia mitä ei halunnu.

DK: olit laittanut että mieluummin käytät katsetta kuin yhdistelmämodia, oliko siinä kyse...

TH: no siinä yhdistelmässä tuli niin paljon... se vilkutti niitä sanoja siinä jatkuvasti.

DK: mitä mieltä yleisesti ohjelmasta?

TH: hyvä

DK: voisitko kuvitella käyttäväsi niin että siinä hyödynnettäisiin tota katsesyötettä?

TH: no en ensisijaisest... mieluiten käyttäisin hiirtä

DK: katseella käyttäessä häiritsikö sua ne ylimääräiset käännökset?

TH: joo

DK: millainen katseella käyttäessä kokemus oli muuten?

TH: oli jotenkin hermostuttava

DK: mikä siinä hermostutti?

TH: no tuntui että on vaikea keskittyä vaikka pitäis keskittyä... siis siihen sisältöön.

DK: mites sitten katseella ja näppäimistöllä?

TH: no se oli aika sama... ehkä vielä enemmän, ku tavallaan huomio kiinnitty siihen miten ne värit vilkkui siinä

DK: hiirellä käyttäessä, millainen kokemus?

TH: siinä tavallaan oli helpompi keskittyä itse tekstiin, kun sai tavallaan itse päättää... paitsi silleen ku jos se hiiri on jonku sanan päällä ja se tulee suoraan siinä... niin en tiä sitten jos joku klikkaaminen olis... [parempi]

13. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: B, A, C

Suosituimmuusjärjestys: B, A, C

Tehokkuusjärjestys: C, B, A

DK: eli mieluiten käyttäisit kohdistusta katseella ja valintaa näppäimistöllä, osaatko sanoa miksi?

TH: siinä sai niinku määrittää ihan tasan tarkkaan että koska sen sanan saa. Eli jos tietää sen sanan niin voi lukee sen siitä.

DK: kuitenkin käyttäisit mieluummin kuin hiirtä.

TH: en oikeen tiijä... mutta hiirellä sen joutuu aina etsiin siitä kursorilla.

DK: siitä huolimatta katsoit että hiirellä ohjaus ois tehokkaampaa?

TH: no silloin se menee aina just siihen mihin haluaa...

DK: sua ei siis kuitenkaan häirinny se että tulee semmosia mitä ei halunnu...

TH: eii... paitsi jos lukis jotain romaania niin sitten se häiritsisi jos niitä tulis koko ajan, mutta ei tämmösessä pikkutekstissä.

DK: oisko tilanteita missä voisit kuvitella käyttäväsi tätä ohjelmaa katseenseurannan avulla?

TH: ehkä jossain niinkun siis julkisilla paikalla missä ei olis mahdollista käyttää näppäimistöä ja hiirtä.

DK: voisitko kuvitella kotona käyttäväsi jos siihen olis mahdollisuus?

TH: kyllä sitä varmaan vois... varmaan pitäis totutella siihen

DK: millanen käyttökokemus pelkällä katseella?

TH: parempi kuin mä odotin... mutta silleen kun en ennen oo tehny niin tuntu vähän epävarmalta että tuleeko tää nyt tälleen näin kun ei itse silleen mitään tee muutaku katseella seuraa... se palaute ei silleen ollu hyvä kun ei silleen odottanu sitä.

DK: häiritsikö pelkällä katseella käyttäessä ylimääräiset käännökset?

TH: no ei oikeestaan kun tiesin että tää on testi niin niitä pakosti tulee mutta ehkä silleen jos olis yksityiskäytössä niin silloin.

DK: kokemus katseella ja näppäimistöllä käytettäessä?

TH: paremmalta

DK: häiritsikö että harmaat sanat värjäytyi...

(näyttö vaihtoi väriä violetiksi)

TH: eei

DK: hiirellä?

TH: siinä meni niinku enemmän aikaa

DK: entäs jos vois klikkaamalla käyttää?

TH: kyllä se silleen olis parempi ku tietokoneen käytössä yleensä hommat toimii silleen klikkaamalla niin se olis standardimaisempaa

14. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: C, B, A

Suosituimmuusjärjestys: B, C, A

Tehokkuusjärjestys: C, B, A

DK: mieluiten käyttäisit kohdistusta katseella ja valintaa näppäimistöllä?

TH: no siinä toimi jotenkin parhaiten tää systeemi niinku siinä mielessä

DK: laitoit pelkän katseohjauksen kuitenkin viimeiseksi?

TH: joo ku sieltä pari kertaa tuli niitä jostain ihan ihme paikoista.

DK: pidit hiirellä ohjausta kuitenkin tehokkaimpana?

TH: joo no siinä ei kuitenkaan tuu virheitä silleen. Tietty jos toi kohdistus olis ihan pomminvarmaa niin sitten se olis hyvä... tässä vaiheessa hiiri kuitenkin tuntuu tehokkaimmalta.

DK: mitä mieltä yleensä ohjelmasta?

TH: hyvä idea kun toinen idea olis etsiä sanakirjasta niin täähän on ihan omaa luokkaansa.

DK: onko tilannetta missä voisit kuvitella käyttäväsi katseavusteisesti?

TH: no siis ihan missä vaan, kaikessa missä pitää jotain lukee, vieraskielistä tekstiä, jos ei tosiaan olis laitteistosta kiinni.

DK: siis voisit kuvitella käyttäväsi hiiren sijaan?

TH: kyllä

DK: sanoitkin katseella käytössä että häiritsi ne ihan muualta tulleet... häiritsikö semmoiset turhat käännökset jotka tuli oikeesta paikasta mutta joita ei olis tarvinnu?

TH: ei oikeestaan, mutta silloin kun ne tuli ihan eri riviltä niin se kiinnitti huomion sinne ja siinä vähän katoo toi...

DK: käyttökokemus katseella ja näppäimistöllä käytössä?

TH: se oli hyvä silleen että se näytti sen vaan harmaana ja se huomattavasti vähemmän kiinnitti kuitenkin huomiota... sitten kun tartti sitä niin pysty katsoon missä menee se harmaa kohta ja näppäimistöllä se menee oikeeseen paikkaan.

DK: häiritsikö sua tekstin värjäytyminen harmaalla?

TH: eii... ei sitä silleen oikeastaan edes huomannu muuta ku vasta ku kiinnitti siihen huomiota. Se tuntu kohtuu toimivalta ja tälle.

DK: hiirellä käyttäessä kokemus?

TH: ei ongelmia.

DK: toimiko se sinusta järkevällä tavalla?

TH: no se olis parempi jos siinä olis klikkaus...

DK: joo no sitähan vois myös käyttää näin...

TH: ahaa no toi näyttää hyvältä.

DK: kommentteja?

TH: hyvä idea mutta ilmeisesti tekniikan puolesta on vielä vähän parannettavaa...

15. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: C, B, A

Suosituimmuusjärjestys: B, C, A

Tehokkuusjärjestys: C, A, B

DK: miten perustelisit näitä, käyttäisit mieluiten kohdistusta katseella ja valintaa näppäimistöllä?

TH: pidin siitä eniten, siinä sai ite päättää katsoiko käännöksen vai ei, tossa pelkässä katseessa häiritsi kun tuli kaikkea ylimääräistä, tai ei se silleen hirveesti haitannut mutta jos lukis jotain pidempää tekstiä niin se voisi häiritä.

DK: pidit hiiriohjausta parempana kuin pelkkää katsetta?

TH: se oli silleen tuttu kuitenkin, sai ihan itse päättää eikä tarvinnut olla paikallaan.

DK: pidit kuitenkin hiirtä tehokkaimpana?

TH: no siinä ei ainakaan tuu mitään virheitä ja aika nopeastihan se käy.

DK: Mitä mieltä olit yleisesti ohjelmasta?

TH: hyvä idea

DK: voisitko kuvitella käyttäväsi tätä ohjelmaa katseavusteisesti jossain tilanteessa?

TH: ehkä jotain lyhyempää joo vois lukea.

16. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: A, B, C

Suosituimmuusjärjestys: A, C, B

Tehokkuusjärjestys: A, C, B

DK: miten perustelisit että käyttäisit mieluiten katsetta?

TH: no se oli silleen hyvä että pysty niinku vaan lukemaan, vähän niinku kirjaa lukis samalla lailla, niin ei tarvi miettiä sitä että on tietokoneella, niin se on sama ku ne tulis päästä ne sanat että se vaan löytää ne... mutta se että jos se tulee ihan heti se sana niin se ei oo ihan hyvä.

Mutta sitten taas, niin, se toinen, siinä jotenkin se ottaa niin helposti ne sanat niin helposti se ottaa sen väärän... niin se on tavallaan vaikeempi ku helpompi on vaan tuijottaa sitä sanaa. Kun siinä on se katse joka tapauksessa.

Hiiri... se on semmonen tavallinen. Sitä on tottunu käyttämään, että se on ihan hyvä.

DK: häiritsikö sua ylimääräiset käännökset?

TH: no silleen...

DK: tuntuiko se lukutilanteessa?

TH: no kun luki edes takaisin sitä lausetta kun se rupee näyttämään semmosia sanoja jotka mä ihan hyvin tiedän... tää on kyllä muuten hyvä systeemi

DK: mutta häiritsikö se sua siinä lukiessa?

TH: niin no siihen tietty vaikuttaa se että kuinka nopeesti se tulee...

DK: mutta häiritsikö sua nyt set?

TH: no ehkä se vähän häiritsi... siinä tietty vaikuttaa ehkä noi rivivälit.

DK: mites toi tehokkuus. Laitoit ne samalla tavalla?

TH: no mietin sitä että tehokasta sen takia että siinä tulee koko ajan ne sanat kun siinä saa koko ajan sitä palautetta. Hiirellä siinä on se hyvä että voi luulla että tietää jotain sanoja ja niitä ei hiirellä sitten kato. Toi [katse] on kumminkin silleen pettämätön laite että millon mä katon pitkään jotain sanaa. Ja se on nopeempi. Ja mun mielestä se on hankalaa... hidasta kun joutuu aina painaa.

DK: häiritsikö sua yhdiselmässä se että se värjäs niitä sanoja?

TH: ei... enemmän siinä häiritsi se että siinä kesti kauan ennen kuin sai sen oikeen sanan.

DK: voisitko kuvitella käyttäväsi?

TH: joo mun on hirveen vaikee lukea ruudulta, varsinkin jos englantia lukee... tosi hyvä kun on tämmönen lukuohjelma ja sitten vielä käännökset... vau!

DK: mitä mieltä ohjelman ideasta?

TH: tosi hyvä, ei tarvi käyttää monia eri juttuja. En oo vaan ennen pahemmin käyttänyt tämmöstä niin oli vaan semmonen tunne että vau!

17. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: A, C, B

Suosituimmuusjärjestys: A, C, B

Tehokkuusjärjestys: C, A, B

(vasenkätinen)

DK: miksi pidit katseella ohjausta parhaimpana?

TH: se oli yllättävän... se oli jotenkin mieluisa käyttää. Ei tarvinnut itse tehdä mitään. Se oli yllättävän mieluisa.

DK: sä oot sitten ton katseen ja näppäimistön laittanut viimeiseksi?

TH: joo no siinä häiritsi kun noi tuli silleen pikkasen jäljessä. Ja sitten kun joutui palaamaan välillä taaksepäin lukemaan niin sit kun se siellä pomppii niin se vähän häirittee. Keskittymiskyky oli vähän huono kun se häiritsi keskittymistä.

DK: olet kuitenkin sitä mieltä että hiirellä ohjaus olisi tehokkainta?

TH: joo no se oli siinä että tässä kuitenkin joutui keskittymään johonkin sanaan ennen kuin se sieltä pompahti esiin... että hiirellä se on kuitenkin silleen... ehkä siihen on vaan tottunut, niin se tuntuu luotettavimmalta. Niin tietää varmasti mitä sieltä tulee.

DK: Mitä mieltä oot yleisesti ohjelman ideasta?

TH: mielenkiintoinen yhdistelmä, ihan hyvä, ei mitään vikaa, voisin ihan hyvin käyttää.

DK: olisiko tilannetta missä voisit kuvitella käyttäväsi katseen kanssa?

TH: jos mahdollisesti joo, mutta mä en hirveesti lue pitkiä englanninkielisiä tekstejä, varsinkaan ruudulta, niinku jotain artikkeleita...

DK: oisko mitään tilanteita missä voisit kuvitella.

TH: no ei silleen... mutta jos jotain nettisivuja käyttäis, kun surffaa niin sitten kun ihan mitä vaan lukis...
Sitten ehkä jos elektroniset kirjat yleistyisi...

DK: katseella käyttäessä käyttökokemus? Sanoit että se oli vaivatonta?

TH: Joo

DK: häiritsikö sua... olikos sulla mitään turhia käännöksiä...

TH: ei niitä ollu

DK: mitä arvelet, saattaisiko se häiritä jos se tarjoisi ylimääräisiä?

TH: joo, saattaisi, tai ei saattaisi vaan häiritsisikin.

DK: Katseella ja näppiksellä käytössä sua häiritsi ne vilkkuvat jonkin verran?

TH: joo, siinä tuntuu että ne seuras koko ajan missä katse menee, että niinku ei sitä ehkä tiedostanu mutta vois ajatella että siinä

keskittyy tekstin sijasta siihen eteenpäin menevään harmaaseen tekstiin kuin siihen itse ajatukseen mikä siinä on. Niin se häiritsee...

DK: oliko siinä käyttökokemuksessa muuta?

TH: no ei siinä muuta, se oli ihan hyvä idea että kun tota painaa niin sitten se tulee sieltä...

DK: hiirellä kokemus?

TH: ei siinä mitään ihmeellistä muuta ku että se oli yhdistetty sanakirjaan.

DK: kommentteja?

TH: ei oikeastaann... ainoo että satuin sivusilmällä huomaamaan nää punertavat valot ... niin että jos ne sais jotenkin piiloon *nauraa*

18. Testihenkilö

Konditioiden järjestys: B, A, C

Suosituimmuusjärjestys: C, A, B

Tehokkuusjärjestys: C, A, B

DK: Osaatko perustella miksi valitsit juuri näin?

TH: No tossa on se että se lähtee itsestä kun sitä ohjaa hiirellä. Niin sitä saa oikeesti jos haluaa, sitä saa tankata sitä asiayhteyttä, koska toisaalta... no, en mä tiedä, mä vaan on semmonen että, kun mä luen paljon opiskeluissa niin siellä on paljon sanoja joita en tiedä tarkalleen mutta ne käy asiayhteydestä selville. Se toimi kyllä tosi hyvin se, siis mun mielestä se... piti jonkin aikaa miettiä että kumpi siinä on ykkösenä, koska toi toimi toi katseella ohjaus tosi hyvin. Mutta se että... että kyllä se on kuitenkin niin pieni vaiva viedä hiiri siihen päälle, että siinä mielessä... ehkä se sen takia on kuitenkin parempi.

DK: Pidot kuitenkin katseella ohjausta parempana kui katseen ja näppäimistön yhdistelmää?

TH: No, kun se toimii katseellakin, ja sit siinä oli se että se välkky, kun se ottaa kiinni niin nopeasti, se oli semmonen häiritsevä tekijä ja sitä tavaraa pyörii siinä ruudulla. Ja kun se ei välttämättä oo edes siinä missä lukee vaan se meni siellä edellisellä rivillä joskus niin se häiritsee. Vaikka se on vaan pieni väriero, mutta ihmissilmä on tarkka.

DK: Mitä mieltä olet yleisesti tän ohjelman ideasta? Että on tällöinen lukuohjelma johon on yhdistetty sanakirja?

TH: Se on... se on tehokasta.

DK: Olisiko tilannetta jossa voisit kuvitella käyttäväsi tätä ohjelmaa katseavusteisesti, jos oletetaan ettei tarvittais näin kallista laitteistoa.

TH: Joo.. Joo, nimenomaan teknistä kirjallisuutta lukiessa. Se kun on englantia niin se on niin paljon kätevämpää ettei tarvi ruveta penkomaan

käsin... ja kun se on vielä samaan ohjelmaan yhdistetty.

DK: Mutta siis nimenomaan katseella voisit kuvitella käyttäväsi?

TH: No... vaikka sillainkin. Ohjelmaa joka tapauksessa. Katseella ohjaten...
no.

DK: Oletetaan nyt kuitenkin että olisi valinnanvaraa, voisitko kuvitella käyttäväsi sitä katseella mieluummin kuin hiirellä jossain tilanteessa?

TH: Joo, jos sen niinku saa toimimaan enemmän... sanotaan seuraava kehitysversio.
Jos se toimis vielä tarkemmin että sen katseen saisi kohdistettua.

DK: No sitten jo vielä erikseen käydään läpi käyttökokemukset. Millainen oli käyttökokemus katseella käyttäessä?

TH: Se oli ihan toimiva. Vähän ehkä kankea oloinen sillä tavalla että sitä joutuu tuijottamaan pitkään. Mutta kai siinä on puolensa ettei tarvi eväänsä liikauttaa.

DK: Häiritsikö sinua siellä turhat käännökset?

TH: No niitä tuli niin vähän kun pelkällä katseella käyttäessä. Silloin se meni sekaisin kun tuijottaa jotain sanaa, ja sitten se nappaakin sen toisen sanan.

DK: Häiritsikö se sua?

TH: Ei se oikeastaan kauheasti häirinyt, enemmän se häiritsi kun lukee eteenpäin, silloin kun ajattelee niin tottakai se voi tehdä siellä... mutta ei nyt mitenkään erityisesti häiritsevässä määrin.

DK: Mutta jonkin verran häiritsi lukiessa?

TH: Joo siinä minkä laitoin kolmosvaihtoehdoksi... eli siinä kun niitä sanoja tuli sieltä herkästi.

DK: Eli katseella ja näppämistöllä käytettäessä... millainen käyttökokemus oli siinä?

TH: No ihan ok, tuntu vaan siltä että nyt kun on verrannut pelkällä katseella käyttöä niin miettii että minkä takia tehdä siitä turhan monimutkaista.

DK: Ja hiirellä käytöstä, millainen oli käyttökokemus?

TH: No se on niinku normaali, ihan niinkuin normaalisti käyttäisi tietokonetta. Tuttua, ei mitään erikoista. Ehkä se saisi saman tien tulla tonne noin [oikeaan ruutuun] en ymmärrä miksi se pitäis erikseen valita. Nimenomaan hiiren kanssa luulisin että se toimii siksi kun sen valitsee silloin itse, kun tiedät tarkalleen

minkä sanan haluat niin silloin se saa tulla ihan tarkkaan se [käännös].

DK: Onko mitään lisäkommentteja?

TH: Ei nyt ihan kauheesti. Jos jotain pitäisi ajatella sanottavaksi, niin jos tämä edulliseksi tulee... ja tietty hiirellä käytössä ei tarvita mitään erikoista. Ja sitten jos tuonne saa vielä syötettyä tekstin esimerkiksi ulkopuolelta skannaamalla. Ja tietysti sinne saa kaapattua sitä tietoa jos hakee tietoa... ja tietty jos ton sais toimimaan PDF-tiedostojen kanssa. Voisin omassa käytössä kuvitella ihan nykyisellään ja johonkin oppilaitokseen, esimerkiksi yläasteelle ja lukioon opetuskäytössä

Tietotekniikka ja naiset tietoyhteiskunnassa

Anton Kupias

Tiivistelmä.

Tietoyhteiskuntakehityksen ja tietotekniikan lisääntymisen myötä on noussut huoli naisten tietotekniikkaosaamisesta ja naisten vähäisestä määrästä tietotekniikan ammateissa. Tietoyhteiskuntakehitykseen liittyvä ammattirakenteen muutos ja nopea kehitys asettavat vaatimuksia tietotekniikkaosaamiselle. Sukupuolistavan tietotekniikan- ja työelämäntutkimuksen avulla sukupuolten välisen työnjaon ja tietotekniikkasuhteiden luonnetta on teoretisoitu monin eri tavoin.

Avainsanat ja –sanonnat: tietoyhteiskunta, tietokonekukutaito, tietotyö, sukupuoli, feminismi

CR-luokat: K4, K7

1 Johdanto

Pyrin työssäni tarkastelemaan tietoyhteiskuntakehitystä ja siihen liittyvää tietoteknisen työn lisääntymistä suhteessa tietotekniikan sukupuolittuneisuuteen. Tietoyhteiskuntapolitiikkaan on alusta asti liittynyt huoli paitsi kilpailukyvyistä, huippuosaamisesta ja informaation vapaasta kulusta, myös tietotekniikkaa hallitsemattomien putoamisesta kehityksen kyydistä.

Sukupuolen ja informaatioteknologian välinen suhde on noussut esiin ajoittain 1980-luvulta lähtien. Erityisesti käsittelytapana on ollut huolen ilmaisu naisten vähyydestä informaatioteknologian ammateissa ja tietotekniikkaa opiskelevien naisten määrän romahtamisesta Suomessa [Lehto ja Sutela, 1999]. Ongelma on määrittynyt pääasiassa kahdelta taholta: sukupuolten välistä tasa-arvoa tavoittelevan feministiliikkeen ja tähän liittyvän työelämän segregaaation ja eriarvoisuuden poistamiseen tähtäävän ohjelman kautta, sekä tietoyhteiskuntaan ja teknologiseen kehitykseen liittyvän osaavan työvoiman tarpeen ja tietoteknisen kompetenssin vaatimusten kautta. Monin paikoin nämä liittyvät myös toisiinsa.

Työelämää, it-alaa ja sukupuolta koskeva tutkimus on seurailut feministisen teorian ja siihen liittyvän yhteiskunnallisen liikkeen kehitystä ja feministien esiin nostamat näkemykset voidaan nähdä usein aihetta koskevan keskustelun taustalla.

Työn teoreettisena perustana on feministinen teoria, jonka eri kehitysvaiheet ovat antaneet työkaluja sekä sukupuolistavien käytäntöjen ja sukupuolijärjestelmän tutkimiseen, sekä yhteiskunnalliseen keskusteluun, politiikkaan ja käytännön toimenpiteisiin joita aiheeseen liittyen on tehty. Lisäksi hyödynnän tietoyhteiskuntakehitystä koskevaa tutkimuskirjallisuutta ja pyrin virallisten ohjelmajulistusten kautta luomaan kuvaa kehityksestä, johon on osittain ajauduttu, osittain tietoisesti pyritty.

2 Tietoyhteiskunta

Tietotekninen kehitys ja sen rooli taloudellisena ja yhteiskunnallisena tekijänä on noussut keskeiseen asemaan poliittisessa päätöksenteossa ja yhteiskunnallisessa keskustelussa. Erityisesti huolta on kannettu kansalaisten tietotekniikkaosaamisesta ja tasa-arvosta tietoyhteiskunnassa. Tietotyö ja tietotekniikan tulo uusille ammattialoille ovat asettaneet uusia vaatimuksia työelämän osaamiselle.

2.1 Tietoyhteiskunta teoreettisena käsitteenä

Suomalainen tietoyhteiskunta-termi ei tee eroa tiedon ja informaation välillä. Suomalainen keskustelu tietoyhteiskunnasta yhdistääkin kaksi erilaista perinnettä. Englanninkielisessä keskustelussa on selvästi erotettavissa termit *information society* ja *knowledge society*, joista ensimmäinen on liitetty kehitykseen, jossa informaation prosessoinnin ja siirron tekninen kehitys mullistaa olemassaolon perusteita. Jälkimmäisellä taas on viitattu tiedon ja osaamisen kasvavaan merkitykseen taloudelliselle kilpailukyvyille. [Anttiroiko *et al.*, 2000]

Termi tietoyhteiskunta (*knowledge society*) tuli luultavimmin ensimmäisen kerran suomen kieleen 1970 nimellä Muuttumisen aika suomennetun nykyaikaisen liikkeenjohtokirjallisuuden isän Peter Drucker teoksen *The Age of Discontinuity* [1969] myötä. Drucker kuvasi tietoyhteiskunnan käsitteellään pitkään samanlaisena jatkuneen talouselämän tulevaa mullistusta, jossa uudet teknologiat syrjäyttävät vanhoja ja tiedon roolin kasvaa ehkä merkittävimmäksi kilpailukykyä luovaksi tuotantotehtäväksi. Talouselämässä maantieteelliset rajat ylittävä globalisaatio tulisi asettamaan kansallisvaltioiden aseman kyseenalaiseksi ja johtamaan julkisen sääntelyn purkamiseen ja yksityistämiseen [Anttiroiko *et al.*, 2000].

Samansuuntaisia visioita esittivät myös jälkiteollista yhteiskuntaa käsitelleet teoreetikot. Jälkiteollisen yhteiskunnan kuvaa oli hahmottanut ensimmäisenä Alain Touraine teoksessaan *La*

société post-industrielle [1969], joka ei kuitenkaan saavuttanut vastaavaa kansainvälistä huomiota. Tourainen mukaan perinteisen teollisuuden voimat olivat syrjäytymässä yhteiskunnallisten muutosten keskiöstä. Daniel Bell esitti teoksessaan *The Coming of Post-Industrial Society* [1973] kehittyneiden maiden siirtyvän teollisesta yhteiskunnasta uuteen jälkiteolliseen kehitysvaiheeseen. Keskeinen muutos oli työläisten siirtyminen erilaisten uusien palvelujen alalle. Jälkiteollisessa yhteiskunnassa teoreettisen tiedon merkitys kohoaa aiempaa suurempaan asemaan ja Bell uskoi tietoinstituutioiden, kuten yliopistojen ja tutkimusinstituuttien nousevan vallan keskuksiksi samalla tavalla kuin suuryritysten pääkonttorit teollisessa yhteiskunnassa [Kasvio, 2001].

Termi ”information society” tuli todennäköisimmin englannin kieleen japanista. Termi ”joho shakai” syntyi 1960-luvulla japanilaisten professorien ja insinöörien keskuudessa ja levisi Japanin hallituspiirien teknologisiin visioihin, joita julkaistiin 1969 ja 1972 [Anttiroiko *et al.*, 2000]. Jälkimmäisen johtajana toiminut tulevaisuudentutkija Yoneji Masuda tuli myöhemmin tunnetuksi hahmotellessaan teoksessaan *The Information Society as Post-Industrial Society* [1980] tietoyhteiskuntaa Daniel Bellin määrittelemänä jälkiteollisena tilana, johon Japanin tulisi pyrkiä tieto- ja viestintäteknikan avulla.

Tietoyhteiskunnan käsite nousi laajemmin yhteiskuntatieteelliseen kirjallisuuteen 1970-luvun puolivälin öljykriisin ja sitä seuranneen talouskriisin jälkeisen tuotannollisen murroksen ja mikroelektroniikan läpimurron myötä. Suomalaisessa tutkimuksessa tietoyhteiskunnan käsite nousi esiin varhain 1980-luvulla. Yhteiskuntatieteilijät kuitenkin vierastivat tietoyhteiskuntatutkijoiden löysän futurologista otetta ja teknologiaoptimismia, ja kirjoitusten sävy oli yleensä kriittistä [Kasvio, 2005]. Vaikka yhteiskunnallinen kehitys 1980-luvulla myötäili tietoyhteiskunta teoreetikkojen visioita, löi käsite varsinaisesti läpi vasta 1990-luvulla.

Johtavaksi tietoyhteiskuntateoreetikoksi nousi vuosina 1996–97 kolmiosaisen teoksensa *The Information Age* [1996] julkaissut espanjalainen kaupunkisosiologi Manuel Castells. Castells kuvaa tietoyhteiskuntaa verkostoyhteiskunnaksi, jossa toimiminen riippuu voimakkaasti verkostossa mukana olemisesta. Vanhojen paikkaan sidottujen hierarkkisten järjestelmien sijaan verkostoyhteiskunta rakentuu globaaleille verkostoille ja niiden solmukohtien välillä kulkeville virroille. Verkostot ovat vanhan teollisuuden byrokraattisia järjestelmiä nopeampia sopeutumaan muutoksiin. Yritykset jakautuvat pienemmiksi yksiköiksi ja työstä tulee projektikohtaista pätkätyötä, jonka tekijät kootaan verkostojen avulla tarvittaessa.

2.2 Tietoyhteiskuntapolitiikka

Yhdysvalloissa 1993 Clintonin hallinnon lanseeraama National Information Infrastructure -ohjelma [Information Infrastructure Task Force, 1993] teki tunnetuksi "tiedon valtatie" -käsitteen. Käsitteellä verrattiin tietoverkkoja 1700-luvun kanaaleihin 1800-luvun rautateihin ja 1900-luvun osavaltioiden välisiin valtateihin. Nopeiden tietoverkkojen kehittäminen nähtiin valtiollisena tehtävänä joka mahdollistaisi eri alojen kehityksen yhdistymisen maanlaajuisiksi informaatioteollisuuden verkostoksi.

Toukokuussa 1994 Japani seurasi perässä kauppa- ja teollisuusministeriön julkaiseman Advanced Information Infrastructure (AII) -ohjelman myötä. Ohjelmassa kartoitettiin amerikkalaista esikuvaa laajemmin eri hallinnonalojen tarpeita tulevaisuuden tietoyhteiskunnassa. Tietoyhteiskunta määrittyi kehittyneen viestintäteknologian yhteiskunnaksi, jossa informaation jakelu ja muokkaus ovat merkittävästi halvempaa ja helpompaa, ja kaikilla kansalaisilla tulisi olla yhtäläiset mahdollisuudet sen saamiseen, muokkaamiseen ja lähettämiseen [Opetusministeriö, 1997].

Vastauksena kehitykseen Japanissa ja Yhdysvalloissa 1993 lopussa julkaistiin Euroopan yhteisön tietoyhteiskuntastrategian kehityksen ensimmäisenä tuloksena valkoinen kirja [Comission of the European Communities, 1993]. Valkoisen kirjan päätehtävänä oli hahmotella keinoja työllisyyden parantamiseen ja EU:n hiipuvan talouskasvun kääntämiseksi uuteen nousuun. Informaation hallinta, laatu ja nopeus nähtiin avaintekijöinä kilpailukyvyssä. Niiden tehokkaan hyödyntämisen lisäksi tulisi varmistaa myös kansalaisten kyky siihen elinikäisen koulutuksen avulla. Tuotantotapojen, työelämän ja kulutuksen nähtiin olevan tieto- ja viestintäteknikan kehityksen myötä kokemassa teolliseen vallankumoukseen verrattavia muutoksia. Tietoyhteiskunta nähtiin mahdollisuutena, sekä myös väistämättömänä kehityksenä, jonka vaatimukseen EU:n tulisi reagoida. Valkoisessa kirjassa uusien tuotantoon, kulutukseen, kulttuuriin ja vapaa-aikaan liittyvien palvelujen nähtiin luovan valtavan potentiaalin uusille työpaikoille. Tietoverkot ja verkostoituminen sekä tietoon perustuva rationalisointi nähtiin väistämättöminä ja välttämättöminä muutoksina työelämässä.

Valkoisen kirjan pohjalta 1994 EU:n komission Korfun huippukokousta varten valmisteltu komissaari Martin Bangemannin raportti [Bangemann *et al.*, 1994] esitti joukon suosituksia EU:n tietoyhteiskuntastrategian toteuttamiseksi. Tietoyhteiskunta nähtiin keinona Unionin tavoitteiden saavuttamiseksi. Uudet työpaikat eivät syntyisi itsestään, vaan vaativat harkittuja ja nopeita toimenpiteitä. Ensimmäisinä tietoyhteiskuntaan astuvat maat tulisivat myös hyötymään eniten. Kansalaiset tulisivat myös hyötymään tietoyhteiskunnasta, mutta potentiaaliset putoajat tulisi houkutella mukaan kouluttaa kyvykkäiksi uuden teknologian hyödyntämiseen. Bangemannin raportti korosti jul-

kisen sektorin ja liike-elämän osuutta tietoyhteiskunnan toteuttamisessa. Liiketoiminnalle pitäisi luoda mahdollisimman hyvät edellytykset lainsäädännön, liikkuvuuden ja verotuksen avulla.

EU:n komission Korfun huippukokouksessa esittämä Europe's way to the information society: an action plan [Comission of the European Communities, 1994] puolestaan lisäsi tähän sosiaalisia, yhteiskunnallisia ja kulttuurisia näkökohtia. Kansalaisten tuki tietoyhteiskunnalle tulisi varmistaa laajan promootion avulla. Tietoyhteiskunnan nähtiin mahdollistavan myös eurooppalaisen kulttuurin levittämisen ja kulttuuristen arvojen vaalimisen.

1995 julkaistussa Valtionvarainministeriön raportissa Suomi Tietoyhteiskunnaksi - kansalliset linjaukset [1995] tavoitteeksi asetetaan Suomen nostaminen tieto- ja viestintätekniiikan tutkimuksessa ja soveltamisessa kansainväliseen kärkeen. Keskeiseen asemaan nostetaan tutkimus ja koulutus sekä sähköisten tietoaaineistojen lisääminen ja kattavan, avoimen ja keskenään yhteensopivan tietoverkko-infrastruktuurin kehittäminen näiden saamiseksi kansalaisten ulottuville. Verkottuvaan ja tietoteknistyvään maailmaan tulisi valmistautua myös jatkuvan koulutuksen ja uusien, tietoverkkoja hyödyntävien oppimismuotojen avulla. Koulutuksella pyrittäisiin "kaikilla aloilla" ammatissa vaadittavien erityistaitojen lisäksi vahvistamaan tiedonhankinnan, tiedonhallinnan, viestinnän ja tietotekniikan perustaitoja. Lisäksi erityisesti tietoteollisuuden ja uuden median aloja pyrittäisiin kehittämään lisäämällä koulutettavien määrää ja siirtämällä resursseja sellaisilta aloilta joilla työvoiman tarve vähenee. Samana vuonna ilmestyneessä Opetusministeriön Koulutuksen ja tutkimuksen tietostrategiassa [1995] todettiin, että erityisesti tyttöjä tulisi kannustaa tietotekniikan käytössä. Strategiassa visioitiin tulevaisuuden yhteiskuntaa, jossa "tietotekniikan keinoin voidaan reaaliajassa ylittää kielten, kulttuurien, rotujen sekä sukupuolten välisiä rajoja".

Kehitys oli nopeaa ja jo vuonna 1998 tilattiin Sitralta [1998] raportti tietoyhteiskuntastrategiaa uudistamaan. Raportissa Suomi arvioitiin jo yhdeksi tietoyhteiskuntakehityksen kärkimaista. Raportissa tietoyhteiskunnan ja työelämän suhde määrittyy ristiriitaisena: tietotekniikan kehitys luo uusia toimialoja, tuotteita ja palveluita sekä uudenlaisia työpaikkoja ja ammatteja, joissa tiedolla ja osaamisella sekä tietotekniikan ja tietoverkkojen hyödyntämisellä on keskeinen rooli. Tietotekniikkaa soveltamalla perinteisetkin yritykset ja osaajat menestyvät ja luovat lisää työpaikkoja sekä suoraan että välillisesti. Samalla tieto- ja viestintätekniiikan kehitys kuitenkin myös tehostaa toimintaa ja karsii vanhoja työpaikkoja. Ikääntyvä väestö ja korkea työttömyys luovat haasteita, mutta toisaalta myös työelämän kiire ja pula osaavista työntekijöistä. Toimialarakenteen muutos edellyttää työelämässä elinikäistä oppimista sekä työssä että koulutuksen ja valmennuksen avulla. Tässä yksilöllä itsellään ja heidän aktiivisuudellaan on ratkaiseva rooli.

Tietoyhteiskunta on keskeisellä sijalla EU:n 2000 aloitetussa Lissabonin ohjelmassa, jonka tavoitteena on nostaa Eurooppa maailman kilpailukykyisimmäksi taloudeksi vuoteen 2010 mennessä.

sä. Hanke ei ole kuitenkaan edennyt täysin tyydyttävästi, eikä jäsenmaiden aktiivisuus ole ollut toivotulla tasolla, joten strategiaa on jouduttu matkan varrella korjailemaan ja selkeyttämään [Barroso 2005]. Suomessa median ja poliittisten toimijoiden kiinnostus tietoyhteiskuntaa ja tietoyhteiskunta-hankkeita kohtaan on alkanut laantua ja keskeiset poliittiset toimijat eivät enää pyri kasvattamaan arvostustaan kilpailemalla pääsystä johtoon. Myös monet tutkijat, kuten Castells ja Frank Webster ovat alkaneet tietoyhteiskunta-käsitteen toimivuutta epookinvaihdon avainmetaforana [Kasvio, 2005]. Etenkin Castells on mieluummin halunnut puhua verkostoyhteiskunnasta.

2.3 Tietotyö

Clintonin hallituksessa ministerinä toiminut kansantaloustieteilijä Robert B. Reich ehdottaa teoksessaan *The Work of Nations* [1991] yhdysvaltalaisen työnluokituksen perustamista kolmeen kategoriaan: rutiinituotanto-, henkilöstö- ja symbolianalyttisiin palveluihin. Rutiinituotantopalveiluilla tarkoitetaan liukuhihnatyöhön rinnastuvaa toisteista työtä, joka on korvautumassa automaation myötä. Henkilöstöpalvelut ovat pääosin naisista koostuva vähän koulutusta vaativa kasvava ryhmä, jolta vaaditaan ystävällisyyttä ja kuuliaisuutta. Rutiinituotanto- ja henkilöstöpalvelujen alalla palkkaus muodostuu työajasta tai suoritteesta. Symbolianalyttikkojen työ sen sijaan perustuu innovatiivisuudelle ja erikoisosaamiselle, jolloin palkkaus perustuu työntekijän henkilökohtaisiin ominaisuuksiin. Reich näki keskeisenä kysymyksenä symbolianalyttikkojen valjastamisen yhteiskunnalliseen hyötykäyttöön pelkän oman edun tavoittelemisen sijaan. Hän korosti myös kansalaisten mahdollisuuksien lisäämistä symbolianalyttikon työhön: rutiiniluontoiset työt voisi siirtää symbolianalyysin tieltä kehitysmaihin. Tärkeimmiksi osaamisalueiksi Reich määrittelee ongelmien ratkaisun ja tunnistamisen ja näiden kahden yhteenliittämiseen perustuvan strategisen välittämisen.

Tietoyhteiskunnalle tyypillistä symbolianalyttista työtä kutsutaan yleisimmin tietotyöksi. Blom ja muut [2001] määrittelevät tietotyötä tietotekniikan soveltamiseen painottuneiksi suunnittelu- ja asiantuntijatehtäviksi, jotka ainakin jonkin verran edellyttävät luovuutta ja innovatiivisuutta. Lisäksi he lisäävät kriteereihin vähintään ylemmän keskiasteen koulutuksen, vaikka tietotyöläisistä epäilemättä löytynee myös muodollisen koulutuksen käymättömiä. Yksilöltä vaaditaan paitsi uuden teknologian hallintaa, myös entistä parempia sosiaalisia vuorovaikutustaitoja ja viestintätaitoja. Blom ja muut havaitsivat tutkimuksessaan tietotyöläisten määrän Suomessa yli kolminkertaistuneen 1988–2000 samalla kun muiden tietotekniikkaa työssään käyttävien määrä on kaksinkertaistunut ja kokonaan käyttämättömien määrä puolittunut. Karkeasti arvioiden tietoteknisiä taitoja työssään tarvitsevien määrä oli vuonna 2000 jo reilut kaksi kolmannesta. Tutkimuksessa käytetyille tilastoille

vertailukelpoista aineistoa ei tämän hetken tilanteesta ole saatavilla, mutta tietotyöläisten ja tietotekniikan käyttäjien määrän ei voitane olettaa ainakaan merkittävästi laskeneen.

Vaikka tietotyö tarjoaa hyvän toimeentulon ja perinteisempiä työpaikkoja enemmän etene-
mismahdollisuuksia uralla, leimaa sitä samalla myös kiire ja liian suuri työtaakka. Tietotyö tarjoaa
joustavuutta, mutta usein tämä tarkoittaa käytännössä ylitöiden tuloa kotiin vapaa-ajan piiriin, eikä
varsinaista etätöitäkään ole tarjolla vielä optimistisempien veikkailujen laajuudessa. [Blom *et al.*,
2001]

2.4 Tietotekninen kompetenssi

Tietoyhteiskuntakehityksen keskeisenä uhkana on nähty kansalaisten jakautuminen tietotek-
niikkaa hallitseviin ja sitä hallitsemattomiin. Tietotekniikkaosaaminen nähdään keskeisenä yksilöi-
den välisiä eroja luovana tekijänä. Toimistosovellusten ja tietoverkkojen käytön hallinta ja korkea
teknologinen osaaminen on nähty kansalaisille välttämättöminä perustaitoina, joita tietoyhteiskun-
nan ammateissa toimiminen edellyttää. Työelämässä pärjätäkseen yksilön kuuluu suhtautua positiiv-
isesti tietotekniikkaan ja hankkia siihen liittyviä taitoja ja koulutusta. Tietotekniikkataitojen vält-
tämättömyyttä ja hyödyllisyyttä kaikille on korostettu ”tietokoneelukutaidon” metaforalla. Tietotek-
niikkataidon ja tietokoneelukutaidon käsitteitä on määritelty ajokortti-tyyppisillä listoilla käyttötai-
doista ja sovelluksista, joiden käyttö tulisi hallita, ja näihin liittyvistä koulutustarpeista. [Talja,
2003]

Osaaminen nähdään yleispätevänä hallintana: sitä joko on tai ei ole. Tietoteknistä osaamat-
tomuutta perustellaan usein lahjattomuudella, ei-tekniisyydellä. Tällöin annetaan ymmärtää sen vaa-
tivan teknistä, matemaattista ja loogista lahjakkuutta ja koneiden asennus- ja rakennustaitoja. Kone
merkityksellistetään tällöin puhtaaksi laskukoneeksi, ei niinkään sosiaalisiksi koneeksi tai vuoro-
vaikutuksen välineeksi. Looginen ajattelukyky ymmärtää koneita liitetään herkemmin miehiin kuin
naisiin. [Talja, 2003]

Osaaminen liitetään myös sukupolveen: Nuorten nähdään omaksuvan tekniikan innovatiivi-
sen ja taitavan käytön luonnollisesti ja helposti. Vanhemmille ihmisille taas ”jopa pankkiautomaatin
käyttäminen on hankalaa”. Muutos nähdään arkipuheessa niin nopeana että vain nuorimmat voivat
pysyä siinä mukana. Näkemyksiä tuetaan ihmelapsikertomuksilla. Tyypillisesti nämä kertovat poi-
kalapsista, jotka ovat luonnostaan kiinnostuneita, rohkeita kokeilijoita ja hämmästyttävän nopeita
oppimaan. [Talja, 2003; Oksman, 2003]

3 Naiset työelämässä

Kysymys naisten asemasta ja toiminnasta työelämässä on ollut keskeinen feministisen liikkeen ja tutkimuksen sekä tasa-arvokeskustelun piirissä. Samalla kysymyksenasettelu sukupuolten välisen työnjaon perusteista ja seurauksista on saanut erilaisia muotoja feministisen liikkeen erilaisista teoreettisista lähtökohdista ponnistavien koulukuntien myötä.

3.1 Feministinen teoria ja tasa-arvopolitiikka

Feministisellä teorialla on aina ollut kaksi tehtävää: tutkia ja selittää naisten alistamisen syitä ja kehittää keinoja asiantilan muuttamiseksi. Tätä on pyritty toteuttamaan käytännössä tasa-arvopolitiikassa. Tasa-arvon käsite ei ole yksiselitteinen, esimerkiksi 1990-luvun alun sukupuolikiintiöiden yhteydessä sekä puolustajat että vastustajat argumentoivat tasa-arvoon nojautuen. Toisaalta ketään ei saisi suosia toisten kustannuksella, mutta toisaalta kiintiöitä on perusteltu tosiasiallisen tasa-arvon tai yhtäläisten tulosten nimissä ja erityiskohtelulla pyritty ehkäisemään muodollisesta tasa-arvosta johtuvaa syrjintää. Tasa-arvo on jo antiikin Kreikassa tunnettu historiallinen käsite, jolla voidaan eri yhteyksissä perustella hyvinkin erilaisia käytäntöjä. [Kuusipalo, 2002]

Sukupuoleen liitetty tasa-arvo alkoi nousta esiin Ranskan vallankumouksen jälkeisenä valistuksen aikana. 1800-luvun naisliikkeen tavoitteena oli emansipaatio, vapautuminen perinteisistä sukuun, perheeseen ja yhteisöön liittyvistä siteistä. Naisille vaadittiin yhtäläisiä poliittisia oikeuksia, itsenäisyyttä ja koulutuksen ja työelämän mahdollisuuksia. Naisliike pyrki tekemään naiset tasavertaisiksi kansalaisiksi ja pääsemään eroon syrjinnästä. Sitä määritti usko valistuksen universaaliin järkeen ja yksilön abstraktina normina, johon molemmat sukupuolet voidaan sisällyttää [Kuusipalo, 2002].

Feminismin toinen aalto 1960- ja 1970-luvuilla nosti alkuperäisen naisliikkeen ohjelman rinnalle uusia kysymyksiä. Toisen aallon feministeillä oli kolme pääsuuntausta: perinteinen tasa-arvoa ajava liberaalifeminismi, sosialistinen ja radikaali feminismi.

Sosialistifeministit näkivät naiset kaksoisalistettuina, alistettuina sekä työssään että kotona. Sen lisäksi että naiset ovat alistettuja ja tekevät palkatonta työtä kotona, he ovat työvoimareservi joka vedetään työmarkkinoille alemmalla palkalla ja työnnetään takaisin kotiin taloussuhdanteen kääntyessä [Kuusipalo, 2002]. Miesten ollessa palkkatyössä poissa kotoa he eivät voi osallistua päivän aikana kotitöihin tai lasten kasvatukseen. Lasten ja kodinhoidon järjestämisen päävastuu on jäänyt naisille ”luonnollisena” roolina. Perhe-elämään sidottuina naisten osallistuminen työelämään

on ollut rajoitettua. Sitä ovat määrittäneet osa-aikatyö ja työsuhteiden katkonaisuus. Perhe-elämän kytköksistä johtuen naisia pidetään usein jopa epäluotettavana työvoimana [Liljeström, 1986]. Menestyneet naiset joutuvat usein luopumaan perhe-elämästä, sillä heillä on miehiä harvemmin puoliso joka huolehtisi kodin ylläpidosta. Uran luominen rajoittaa myös lasten hankkimista [Rees, 1992].

Liberaalin ja sosialistisen feminismin etsiessä syitä naisten alistamiselle, radikaalifeminismi politisoi koko sukupuolten välisen suhteen. Sukupuoli ja sen tuottama ero itsessään reflektoi patriarkaattia, naisia sortavaa valtasuhteiden järjestelmää. Liberaali- ja sosialistifeministien kiinnittäessä huomiota lähinnä julkisen sfäärin toimiin, radikaalifeminismi teki henkilökohtaisesta poliittista. Heidän mukaansa miesten ylivalta perustui etenkin naisten ruumiin ja seksuaalisuuden kontrollointiin. Radikaalifeminismi toi mukaan abortin, naisten esineellistämisen ja naisiin kohdistuvan väkivallan. [Kuusipalo, 2002]

Sukupuolta koskevassa keskustelussa on usein tapana erottaa biologinen (*sex*) ja sosiaalinen (*gender*) sukupuoli, millä korostetaan sukupuolikäsitysten rakentumista arkielämän käytännöissä ja sosiaalisissa suhteissa. Jaottelun toi feministiseen keskusteluun Gayle Rubin 1975 julkaistussa esseessään *The Traffic of Women: Notes on the Political Economy of Sex* [Rubin 1975]. Esseen tarkoituksena oli laajentaa sosialistisia ja biologiaan nojaavia näkemyksiä naisiin kohdistuvan sorron perusteista ”neutraalilla” termillä. Rubin kuvasi sukupuolijärjestelmää (*sex/gender system*) käytäntöinä, joiden avulla yhteiskunta muuttaa biologisen perustan ja siihen liittyvät seksuaaliset tarpeet inhimilliseksi toiminnaksi. Sosiaalinen sukupuoli muotoutuu erilaiseksi erilaisissa yhteiskunnissa, eikä tuloksena väistämättä ole naisia sortavaa järjestelmää.

Nykyään feminismi voidaan jakaa kolmeen teoreettiseen positioon sen perusteella miten ne käsitteellistävät sukupuolen: pidetäänkö sukupuolia keskenään samanlaisina, erilaisina, vai korostetaan sukupuolen kaksijakoisuuden sijaan sen moninaisuutta, kuten postmodernissa feminismissä on ollut tapana [Kuusipalo, 2002].

Samanlaisuusajattelu yhdistetään lähinnä liberalistiseen ja sosialistiseen feminismiin. Sen tavoitteena on yhtäläisten mahdollisuuksien saavuttaminen sukupuolisen syrjinnän poistamisen kautta. Samanlaisuusajattelun ihanteena on neutraali sukupuoleton yhteiskunta, johon pyritään lainsäädännön avulla ja kohdistuen toimenpiteitä julkiseen elämään, työpaikoille ja politiikkaan [Kuusipalo, 2002].

Erilaisuusajattelu kritisoi näkemystä sukupuolten perimmäisestä samanlaisuudesta. Sen mukaan liberaalifeministien sukupuolineutraali käsitys tasa-arvosta työntää miehiä ja naisia samaan muottiin, yleensä miehiseen malliin. Sukupuolineutraalisuus on lähinnä sokeutta sukupuolten välisille perustavanlaatuisille valtasuhteille [Kuusipalo, 2002].

Sukupuolten perimmäiseen erilaisuuteen uskovan ekofeminismin mukaan miesten ja naisten kulttuurit määrittyvät luonnostaan erillisinä. Ekofeminismin pääteesinä on se, että naiset ovat lähempänä luontoa kuin miehet ja nykyinen teknologinen kehitys on seurausta miesten halusta hallita ja hyväksikäyttää luontoa samalla tavalla kuin naisia. Naisten ja luonnon läheisyyttä on perusteltu biologialla ja synnyttämisellä, heidän erilaisella tavallaan kokea ja ymmärtää maailmaa, joka perustuu tunteisiin ja sanattomaan kommunikaatioon. Patriarkaatin alla äitiydestä ja siihen liittyvistä ominaisuuksista on tullut sortava käytäntö se oletetun rationaalisuuden puutteen vuoksi. Ekofeministit ovat taas nähneet ”feminiinisuuden” voimana ja ideaalina, johon tulisi pyrkiä. [Van Zoonen, 1992]

Postmoderniin feminismiin liittyvä moninaisuusajattelu kritisoi samanlaisuus- ja erilaisuusteorioita sukupuolten välisten erojen ja hierarkioiden uusintamisesta. Naisten mahdollisuuksiksi on ollut muuttua miesten kaltaisiksi tai korostaa eroaan ja jäädä marginaaliin. Postmodernien feministien mukaan ei ole olemassa sellaisia identiteettejä kuten ”naiset” tai ”miehet” ole sinänsä olemassa, vaan niitä rakennetaan, toistetaan ja vahvistetaan yhteiskunnallisilla käytännöillä ja eri diskursseissa. Postmodernille kritiikille sukupuoli ei ole lähtökohta vaan pikemminkin arvioinnin kohde: miten esimerkiksi naiseutta tai mieheyttä tuotetaan ja esitetään tai millaisia valtasuhteita tällä tuetaan [Kuusipalo, 2002].

3.2 Segregaatio ja naiset työelämässä

Naisia ja miehiä on työelämässä määrällisesti lähes yhtä paljon, mutta he ovat usein sijoittuneet eri aloille, naiset naisten töihin ja miehet miesten töihin. Työpaikkojen sukupuolten välisestä eriytymisestä käytetään termiä segregaatio. Segregaatio voi ilmetä horisontaalisesti tai vertikaalisesti naisten ja miesten toimiessa paitsi eri ammateissa, työpaikoilla, toimialoilla ja työmarkkinoiden sektoreilla, myös eri hierarkiatasoilla [Opetusministeriö, 2004].

Pohjoismaissa, joissa naisten osuus työelämässä on suuri, on myös työelämän segregaatio laajinta: Naiset ja miehet työskentelevät eri alueilla, eri toimialoilla ja eri kohdissa hierarkkisia organisaatioita. Naiset tekevät hoitotyötä ja miehet toimivat teknillisillä aloilla. Miehet toimivat organisaation ylemmillä tasoilla ja naiset alemmilla. Naisten tyyppisesti tekemän hoivatyön arvostus ja naisten yleinen palkkataso ovat systemaattisesti matalampia kuin teknillisissä ammateissa toimivien miesten [Vehviläinen, 2003]. Paitsi nais- ja miesvaltaisten alojen välillä, palkkaerot ovat merkittäviä sukupuolten välillä myös ammattiryhmien sisällä [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996].

Ratkaisuna valtasuhteiden muuttamiseen ja tasa-arvon saavuttamiseen on nähty naisten kouluttautuminen. Naisten huonompaa asemaa työelämässä perusteltiin alhaisemmalla koulutuksella

vielä 1990-luvulla [Vehviläinen, 2003]. Muun muassa Suomen ja entisten sosialistimaiden esimerkit ovat kuitenkin osoittaneet, että hierarkkiset erot eivät välttämättä poistu pelkän koulutuksen tai työhön osallistumisen tasavertaistumisen myötä [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996].

Sukupuolen mukaisen työnjaollisen eriytymisen vuoksi erilaiset ammatit ja työt sekä niissä vaadittavat taidot yhdistetään mielikuvissa joko naisiin tai miehiin. Näiden taitojen katsotaan olevan myös sukupuolittuneita: toiselta puuttuu se mikä toisella on. Miesten töissä vaadittaviin taitoihin yhdistetään vastuunkanto, kokonaisuuksien hallinta, riskinotto, suurpiirteisyys, liikkuvuus, tehokkuus, ongelmanratkaisu, fyysiset voimat ja tekniset taidot. Feminiinisiksi ominaisuuksiksi taas koodautuvat kasvattaminen, vastuuntunto, yhteistyö ja sosiaaliset taidot. [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996]

Erojen syvyydestä huolimatta muutoksia suhteissa tapahtuu. Tyypillistä ammattien sukupuolisellem eriytymiselle on, että erojen pienentyessä toisissa ammateissa ne kasvavat toisissa. Lisäksi on huomattava, että eräiden entisten tyypillisten miesten ammattien muuttuessa sukupuolineutraaleiksi naisten määrän kasvaessa, miehiä ei ole kuitenkaan juurikaan hakeutunut naisten ammatteihin [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996]. Tällä perusteella on vaikea kuvitella, että jaosta miesten ja naisten töihin päästäisiin lähiaikoina eroon.

3.3 Työelämän sukupuolitutkimus

Suomalaisessa työelämässä sukupuolta on tutkittu 1960-luvulta lähtien. Näkökulman muutokset ovat myötäilleet feministisen tutkimuksen suuntauksia yleisemmin. Kehitys on kulkenut samanlaisuusajattelusta samanarvoisuusajattelun ja naiskeskeisyyden kautta sukupuolen merkitystä korostavaan ajatteluun [Lehto ja Sutela, 1999]. Suomalaisen työelämän naistutkimuksessa voidaan erottaa kolme pääsuuntaa: tasa-arvotutkimus, naisten oman toiminnan tutkimus ja sukupuolen tekemisen tutkimus [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996]. Näitä suuntauksia tulisi kuitenkin pitää enemmän näkökulmina kuin toisensa poissulkevinä kategorioina.

1960-luvun lopun tasa-arvo- ja naisliikkeiden myötä noussut tasa-arvotutkimus on tuonut näkyviin miesten ja naisten työnjaollisen eriytymisen syvyyden ja pysyvyyden. Samanlaisuuden tavoittelemisessa pyrittiin osoittamaan miten naisten asema on huonompi miehiin verrattuna esimerkiksi palkkauksessa, uralla etenemisessä, johtaja-asemien jakautumisessa, jne. Tavoitteena oli tukea naisia saavuttamaan yhtä hyvä asema kuin miehillä. Miesten asema nähtiin siis tavoittelemisen arvoisena ja tasa-arvopyrkimyksillä pyrittiin raivaamaan esteitä naisten tieltä ja purkamaan palkkaerojen keskeisenä syynä nähtyä segregaatiota, ammattien sukupuolista eriytyneisyyttä. Eri-

tyneisyys kuitenkin kasvoi edelleen hyvinvointipalvelujen kasvaessa ja naisille tyypillisten työalojen vetäessä väkeä työelämään. [Lehto ja Sutela, 1999]

Naisten oman toiminnan tutkimus on ottanut lähtökohdakseen naisten toiminnan ja naisten toiminnastaan esittämät perustelut. Tämä on sisältänyt naisten tekemän työn sisällön erittelyä, naisten toiminnallisen orientaation tutkimista ja elämäkokonaisuuden näkökulman. Viimeksi mainittu näkökulma kyseenalaistaa työn tutkimista ainoastaan palkkaorganisaatioissa ja korostaa eri elämäalueiden jatkumoa. Nais erityisyyttä korostavassa ajattelussa ammattien segregatio sinänsä ei ole mikään ongelma. Naisilla tulisi olla mahdollisuus seurata omaa orientaatiotaan suuntautumalla esimerkiksi hoivatyöhön. [Lehto ja Sutela, 1999]

Naiskeskeinen ja nais erityisyyttä korostava orientaatio naisliikkeessä muutti politiikkaa palkkaeriarvoisuuden suhteen: alettiin vaatia samaa palkkaa samanarvoisesta työstä. Naisvaltaiset alat nähtiin aliarvostettuina palkkauksessa. Tavoitteena oli kehittää uudenlaisia kriteerejä työnarviointiin, jotta naisille tyypillisen työn piirteet saavat painoarvoa. Työn sisällön analyysin kautta esimerkiksi naisten töissä vaadittuja sosiaalisia ja organisointitaitoja on tehty näkyviksi ja arvostetuiksi. Vallan saaminen uusien kriteerien määrittelyyn on kuitenkin osoittautunut hankalaksi [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996; Lehto ja Sutela, 1999].

Sukupuolen tekemisen näkökulmasta sukupuoli käsitetään aktiiviseksi tuottamiseksi. Naisten ja miesten välisiä yhteiskunnallisia suhteita järjestäviä merkityksiä luodaan ja uusinnetaan vuorovaikutuksessa, ajatusmuodoissa ja mielikuvissa [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996].

Feminismin kehitysvaiheet ovat puutteistaan huolimatta tarjonneet uusia ja perusteltuja näkökulmia sukupuolikysymykseen. Perinteisen tasa-arvoajattelun ongelmana on sukupuoliproblematiikan pelkistäminen miesten ja naisten välisten erojen tarkasteluksi ja keskinäiseksi vertailuksi [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996]. Tasa-arvoajattelu on tutkimuksellisenä käsitteenä vanhentuneen oloinen, mutta tarjoaa kuitenkin edelleen hyviä työkaluja, joiden avulla esimerkiksi työelämän sukupuolittuneisuutta voidaan tehdä näkyväksi [Lehto ja Sutela, 1999]. Uudempi feminismi ei anna vanhempien tyyliin selkeitä vastauksia ja korjausehdotuksia työelämään. Se tarjoaa kuitenkin työkaluja sukupuolittavien näkemysten ja käytäntöjen analyysiin. Sen avulla voidaan pureutua työelämän käytäntöihin.

4 Näkökulmia tietotekniikka-alan miehisyyteen

Miehet ja teknologia liittyvät niin olennaisesti yhteen, että maskuliinisen kulttuurin perusmääreitä on miesten teknologinen kyvykkyys ja kiinnostus. Jokapäiväinen elämä on täynnä kuvia miehistä raskaan tekniikan kuten puskutraktorien, kehittyneen tekniikan kuten huipputietokoneiden ja sotilastekniikan kuten hävittäjien kanssa [Lohan, 2002].

Tekniset laitteet, jotka eivät ole ”raskaita”, ”huipputeknologiaa” tai ”vaarallisia”, vaan ”tuttuja” ja ”helppoja” ja naisten käytössä, menettävät helposti statusensa teknologiana. Samaten miehille, jotka tällaista teknologiaa käyttävät, saattaa olla hankalaa täyttää hegemonisen maskuliinisuuden määrittelyjä. [Lohan, 2002]

Miesten, koneiden ja teknisen kompetenssin voimakasta yhteenliittymää on kuvailtu teknologian maskulinisoimiseksi. Vaikka nuorille miehille on ollut hyväksyttävämpää tehdä ”naisten töitä”, he siirtyvät nopeasti haastavampiin tehtäviin kokemuksen karttuessa. Naisille teknologisen kompetenssin tavoittelu on nähty sukupuolirajojen rikkomisena. Maskuliinisuuden yhdistäminen tekniseen kompetenssiin ja hallintaan liittyy osaamisen sosiaaliseen määrittelyyn, joka rinnastuu palkkatasoihin. Naisten töissä vaadittua teknologista taitoa on usein aliarvostettu. [Rees, 1992]

Naisten kyvyttömyyttä teknologian käyttöön on usein perusteltu kognitiivisin eroin. Naiset ovat luonnostaan verbaalisesti lahjakkaita ja miehet taas avaruudellisessa hahmottamisessa ja matematiikassa, jotka on liitetty voimakkaasti teknologiaan. Biologiset selitykset ovat joko nojanneet evoluutioon tai pyrkineet hakemaan selitystä erilaisista biologisista menetelmistä. Evolutionaarinen selitysmalli on nojannut keräilijä-metsästäjä-yhteiskunnista peräisin olevaan työnjakoon, jossa miehet metsästävät ja naiset hoitavat kotia. Biologisia selityksiä on etsitty mm. aivojen erilaisuudesta ja hormonaalisista toiminnoista. Selitysmalleille ei kuitenkaan ole löytynyt laajempaa tieteellistä tukea, eivätkä mahdolliset havaitut erot ole vastanneet sukupuolijaon laajuutta [Griffiths, 1985].

4.1 Naiset tietotekniikan alalla

Tietotekniikan alkutaipaleella Suomessa 1950- ja 1960-luvuilla toimineet pioneerit olivat lähes yksinomaan miehiä. Vehviläinen [1996] kuvaa aikaa, jolloin tietokonelehdissä puhuttiin tietokonemiehistä, ”maailmoiksi ilman naisia”. Tietotekniikan kansallista kehitystä ohjasivat alan asiantuntijoista ja ammattilaisista koostuneet rajattujen jäsenpiirien Tietokoneyhdistys ja ATK-kerho, joissa oli vain muutama prosentti naisia. Tietotekniikan ammattirakenne periytyi reikäkorttijärjes-

telmistä, joissa kyllä työskenteli lukuisia naisia operatööreinä ja lävistäjinä, mutta suunnittelijat, johtajat ja ohjelmoitsijat olivat pääosin miehiä.

Jäsenistö Tietokoneyhdistyksessä alkoi naisistua vasta 1970-luvun alun sääntömuutoksen jälkeen, jolloin jäsenyys vapautui laajemmin kenen tahansa haettavaksi. Yhtiön hallitus pysyi kuitenkin pitkään lähes täysin naisettomana täydentäen itseään käytännössä kutsuperiaatteella [Vehviläinen, 1996a]. Yhdistyksen seuraajana toimivan Tietotekniikan liiton 2005 hallituksessa naisjäseniä on sen sijaan jo lähes puolet [Tietotekniikan liitto, 2005].

1960-luvun lopulta vuoteen 1992 naisten osuus tietotekniikan koulutuksessa ja ammatillaisissa lisääntyi olleen enimmillään noin kolmanneksen. Laajamittainen kouluttautuminenkaan ei kuitenkaan nostanut naisia johto- ja hallintotehtäviin. [Vehviläinen, 2003]

Vuoden 1992 jälkeen naisten määrä sekä tietotekniikan ammateissa, että opiskelijoissa on romahtanut. Esimerkiksi TKK:n Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osastolta vuosina 1998–2002 valmistuneista naisia oli vain kymmenisen prosenttia [TiNA, 2005]. Käännettä Vehviläinen [2003] selittää mm. 1980-luvun kotitietokoneiden tulon myötä syntyneellä pelikulttuurilla ja lamalla. Tällöin aloitti ammatilliset ja korkeakouluopinnot sukupolvi, joka oli pelannut kotona Commodoreilla. Peliharrastajat olivat tyypillisesti poikia, jotka pelasivat poikien kesken. Kun poikien tietokoneopintoja kouluissa vielä tuettiin, olivat he niitä, jotka siirtyivät laajeneville tietotekniikan kursseille. 1990-luvun alkuun sijoittuneella lamalla on myös usein nähty olleen merkitystä sukupuolen järjestyksille. Jonkinlaisia muutoksen merkkejä on havaittavissa kuitenkin esimerkiksi Tampereen yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella, jossa naisten osuus suoritetuista tutkinnoista on viime vuosina lähennellyt kolmasosaa ja jatkotutkintojen alalla enempiäkin [Tampereen yliopisto, 2005].

Suomessa naiset ovat alusta asti käyttäneet työssään tietotekniikkaa miehiä enemmän. 1980-luvun alussa tietotekniikkaa sovellettiin miesten töissä vaativampiin tehtäviin, kun taas naisten kohdalla tietotekniikkaa käytettiin aluksi yksinkertaisempiin tehtäviin kuten tallentamiseen ja puhtaaksikirjoittamiseen. Tämänlaatuisten työtehtävien vähennyttyä ja ylempien toimihenkilöiden alettua itse käyttää tietokonetta jako on tasaantunut [Lehto ja Sutela, 1999].

1980-luvulta alkaneen toimistotyön tietokoneistumisen myötä nousi suuri huoli siitä, syrjäyttävätkö tietokoneet naiset työelämässä ja siitä johtaako naisten oletettu tietokonekultaidottomuus ja miesten dominoiva asema tietotekniikassa naisten syrjäytymiseen työelämästä. Ensimmäinen on osittain toteutunutkin. Toisaalta tietokoneistumisessa on nähty myös mahdollisuuksia muuttaa työelämää naisille suotuisempaan suuntaan laajentuvien työmahdollisuuksien myötä. Atk-alan työllisyyden kasvaminen on kuitenkin tuonut lisää työpaikkoja enimmäkseen miehille.

Tuoreessa tiedotteessaan Tasa-arvoasiain neuvottelukunta [2005] toteaa, että tietotekniikka-alan sukupuolittuneisuudesta johtuen naisten näkökulmia ja tarpeita ei tällä hetkellä riittävästi huo-

mioida tietotekniikan kehityksessä ja koulutuksessa. Neuvottelukunnan mukaan naisten tulisi osallistua nykyistä laajemmin tieto- ja viestintäteknologian kehittämiseen, sillä tietotekniikka koskettaa nykyään yhtäläillä naisia kuin miehiäkin.

4.2 Sukupuolistava tietotekniikantutkimus

Informaatioteknologiaa ja sukupuolta koskeva tutkimus vaihtelee ontologisilta ja epistemologisilta lähtökohdiltaan: toisaalta on keskitytty sukupuolten välisiin jakoihin ja laskettu miesten ja naisten määriä, toisaalta taas on esitetty perustavanlaisia haasteita tiedonkäsityksille ja tarkkoja kulttuurisia analyysyjä subjektien ja ympäröivän maailman vuorovaikutuksesta. Samaan aikaan teknologiaa koskeva tutkimus on käsitteellistännyt teknologian ja yhteiskunnan suhteen eri tavoin. Teknologian vaikutuksia seuraava tutkimus katsoo joskus teknologian määräävän yhteiskunnan kehitystä, kun toiset ovat tarkastelleet suhdetta monimutkaisena vuorovaikutuksena [Vehviläinen, 1996b].

Sukupuolta ja teknologiaa koskevassa tutkimuksessa nähdään usein kolme pääsuuntausta: liberaalifeministinen, ekofeministinen ja sukupuoli suhteellisena ja kulttuurisena ilmiönä pitävä suuntaus [Vehviläinen, 1996b]. Keskeisenä kysymyksenä kolmelle suuntaukselle on tiedon ja rationaalisuuden – teknologian peruselementtien – pohtiminen.

Liberaalifeministinen näkemys ei kyseenalaista teknologiaa itseään, vaan ongelmana ovat naiset, jotka ovat haluttomia tai kyvyttömiä käyttämään ja kehittämään informaatioteknologiaa. Ratkaisuna on ollut muuttaa naisia ja saada heidät sopeutumaan teknologian käytäntöihin ja arvoihin. Yhteiskunta ja tekniikan kehitys on nähty itsenäisinä ja sosiaalisesti riippumattomina alueina, jotka vaikuttavat sosiaaliin suhteisiin, mutta eivät ole näiden vaikutuksesta riippuvaisia. Tätä voi pitää teknologisen determinismin lievempänä muotona. [Van Zoonen, 1992]

Ekofeminismiä ei ole suoraan useinkaan liitetty informaatioteknologiaan, mutta sen ideat ovat esillä muussa feministisessä teknologiaa koskevassa keskustelussa. Informaatioteknologia on liitetty yleensä miehiin liitettyihin arvoihin: objektiivisuus, rationaalisuus, edistys, tuottavuus ja kilpailu, kun taas naiselliset huolenpito, emotionaalisuus, intuitio ja yhteistyö on nähty ristiriidassa sen kanssa. Tietotekniikan on nähty johtavan persoonattomaan ja epäinhimilliseen vuorovaikutukseen ja kommunikaatioon. Kammottavimpana todisteena tästä ekofeministit ovat nähneet sosiaalisesta todellisuudesta vieraantuneet nuoret hakkeripojat, jotka korvaavat uhkaavat ja monimutkaiset sosiaaliset kontaktit tietokoneilla. Ekofeminismin arvo sukupuolen ja tietotekniikan suhteen tutkimiselle on siinä miten se on tuonut esiin teknologian suunnittelun ja tuotannon sosiaalisen (patriarkaalisen) kontekstin ja teknologiaan liittyvien arvojen ristiriitaisuuden feminiinisiksi nähtyjen arvojen ja käytäntöjen kanssa. Ekofeminismi tavallaan lähestyy teknologista determinismiä nostaessaan sukupuol-

len primääriseksi määrittäväksi tekijäksi: koska teknologia on sosiaalista ja sosiaalinen patriarkaalista, myös teknologia on patriarkaalista. Ongelmaksi tässä tulee sosiaalisen muutoksen hankaluus: ainoaksi toimivaksi strategiaksi määrittäyty teknologian hylkääminen, jota ei voi pitää kovinkaan vakavana uhkana patriarkaatile. Ekofeminismi jättää hyvin vähän tilaa poikkeavalle naiseudelle. Naisten tulisi joko hylätä teknologia luonnollisen ei-teknologisen suuntautumisensa vuoksi tai hylätä se tietoisena feministisenä strategiana patriarkaalista sortoa vastaan. Harvat teknologisesti suuntautuneet naiset määrittyvät väärän tietoisuuden kautta, ristiriidassa todellisen feminiinisen luontonsa kanssa ja omaan sortoonsa myötävaikuttavina. [Van Zoonen, 1992]

Sukupuolta suhteellisenä ja kulttuurisena ilmiönä pitävän näkemyksen puitteissa teknologian sukupuolittuneisuutta voidaan tarkastella kolmesta näkökulmasta: sosiaalisuuden ja tekstuaalisuuden, identiteetin ja subjektiviteetin tasolla [Vehviläinen, 1996b].

Sosiaalisella ja tekstuaalisella tasolla teknologia sukupuolittuu paikallisen toiminnan ja käytäntöjen kautta, sekä myös instituutioiden, kulttuurien ja artefaktien kautta. Sukupuolittuneisuus voidaan jäljittää tutkimalla näitä sosiaalisen ja kulttuurisen analyysin keinoin. Miesten ollessa enemmistössä tekstien tuottamista ja lukemista ohjaavat miehiset lähtökohdat ja ne heijastavat miesten elämäkokemuksia [Vehviläinen, 1996b].

Poliittisen subjektiviteetin tasolla informaatioteknologian sukupuolittuneisuutta voidaan tarkastella subjektin toiminnan kautta. Toisaalta jaot, hierarkiat ja tekstuaalisuudet kehystävät ihmisten toimintaa informaatioteknologiaa käytettäessä ja kehitettäessä. Informaatioteknologia ohjaa työtä ja vapaa-aikaa koskevia havaintoja ja käsitteitä. Se asettaa uusia standardeja teksteille ja avaa uusia kommunikaatiomahdollisuuksia. Se mahdollistaa jakautumisen useisiin erilaisiin positioihin, jotka elävät yhtä aikaa eri ikkunoissa. Toisaalta ihmiset myös itse tuottavat informaatioteknologiaa ja siihen liittyviä sosiaalisia suhteita. Sukupuoli ja subjektiviteetti määrittyvät prosessina ruumiillisten ja historiallisten kokemusten ja sosiaalisen ja tekstuaalisen todellisuuden kohdatessa [Vehviläinen, 1996b].

Ruumiilliset halut ja kokemukset ovat sosiaalisesti, kulttuurisesti ja tekstuaalisesti välitettyjä, mutta niitä ei voi aina tulkita poliittisella tai tietoisella tasolla tai "tahdon" kautta. Informaatioteknologia liittyy kuviin miehisestä eksperttiydestä, jotka antavat vähän tilaa naisten kokemuksille, identiteeteille ja tekstuaalisuuksille [Vehviläinen, 1996b].

4.3 Syitä ja ratkaisumalleja naisten puutteen ongelmaan

Tietoyhteiskuntakehityksen ja informaatioteknologian lisääntymisen myötä useat eurooppalaiset maat ovat feministiryhmien tukemana pyrkineet edistämään naisten ja informaatioteknologian suhdetta. Naisten ja tietotekniikan suhdetta kehittämään on perustettu useita eri hankkeita, kuten Britannian WISE (Women into science and engineering) tai Suomen WomenIT ja NiceNet. Naisia on myös pyritty saamaan matematiikan, fysiikan ja "kovien" tieteiden alueelle. Ajatuksen taustalla on käsitys naisten jälkeenjääneisyydestä informaatioteknologian ymmärtämisessä ja käytössä ja tähän liittyvissä tieteen ja teknologian aloissa. Selityksenä on nähty naisten perinteinen rooli äiteinä ja kotona, sekä sukupuolittuneilla työmarkkinoilla.

Yhteiskunnallisena motivaationa naisten tietotekniikkasuhteen kehittämiseksi on yleensä ollut naisten emansipaation tukeminen. Toisaalta naisten saaminen informaatioteknologian pariin on liittynyt myös hallitusten ja teollisuuden tarpeisiin saada osaavaa työvoimaa. Tietoyhteiskunnassa naisille tyypilliset rutiininomaiset ja perinteiset työt korvautuvat tietotyöllä, joten ammattirakenteen muutoksen myötä sekä naisten tarve tietotekniikan aloilla lisääntyy ja tietoteknisen osaamisen välttämättömyys työllistymisessä kasvaa. Keinoina naisten mukaan saamiseen on nähty lähinnä informaatioteknologian markkinointi naisille ja naisryhmien kouluttaminen ja tutustuttaminen informaatioteknologiaan. Tavoitteena on ollut saada naiset tavoittamaan ("catch up with") nopeasti etenevä informaatioteknologian kehitys [Van Zoonen, 1992].

Koulutuksen puute on nähty merkittävänä tekijänä ehkäisemään naisten tuloa it-alalle. Eri-tyisesti on kiinnitetty huomiota tyttöjen vähäiseen matematiikan ja fysiikan opiskeluun. Usein tytöt on myös nähty poikia soveltumattomampina matemaattiseen ajatteluun [Teague, 1997]. Elina Lahelma [2002] näkee syynä sukupuolten välisiin uravalintaeroihin Suomessa pitkälti peruskoulutuksen, etenkin matematiikan ja fysiikan sekä teknisen työn valinnaiset kurssit. Vuonna 1999 lukiossa matematiikan pitkän oppimäärän valitsi 59 prosenttia pojista ja 29 prosenttia tytöistä. Fysiikan syventäviin opintoihin osallistui 66 prosenttia pojista ja 25 prosenttia tytöistä. Opinnoissa menestymisessä ei kuitenkaan ole merkittäviä eroja. Näiden aineiden houkuttavuutta on yritetty lisätä erilaisin kampanjoin. Toisaalta tietojenkäsittelyä on myös yritetty kehittää ei-matemaattiseen suuntaan [Teague, 1997].

Tietotekniikan vapaa-ajan käyttökulttuurit, etenkin pelit ovat olleet pitkään poikien ja miesten dominoimia ja heille suunnattuja. Vasta 1990-luvulla internetin yleistymisen myötä on nähty tytöille löytyneen oman kanavan tietotekniikan käyttökulttuureihin [Kangas, 2002].

Tyttöjen vähäistä kiinnostusta väkivaltaisiin tietokonepeleihin ja teknisesti orientoituneisiin atk-tunteihin on perusteltu peloilla tai taitamattomuudella, joka luonnollisesti poistuu kun tytöt pää-

sevät kiinni tietotekniikan kehitykseen. American Association of University Women Educational Foundation Commission on Technologyn naisten vähyttä tietotekniikan alalla käsittelevässä raportissa [Tech-Savvy, 2000] todetaan kuitenkin että pelkkä tyttöjen houkuttelemisen pojille suunnatun koulutuksen piiriin ei ole riittävä tai edes kovinkaan järkevä vaihtoehto. Pojille suunnatun opetuksen lisääminen tai markkinointi tytöille voidaan nähdä yhdenlaisena miehiseen malliin pakottamisena. Voidaan myös kysyä ovatko tytöt muka niin tyhmiä, etteivät vain ymmärrä omaa parastaan, vai onko koulutukselliseen eriytymiseen muitakin syitä?

Tytöt uskovat tietojenkäsittelyn olevan yksinäistä monitorin ääressä tapahtuvaa työtä. He eivät usko pärjäävänsä alalla tai kiinnostuvansa siitä [Teague, 2002]. Muutoksen tarpeen onkin monasti nähty kohdistuvan enemmän informaatioteknologiaan itseensä, kuin naisiin. Naisten vähäisen kiinnostuksen informaatioteknologiaan voidaan nähdä johtuvan myös sen huonosta tasosta. Miesten dominanssi tietotekniikan suunnittelussa johtaa pitkälti myös miehisten näkökulmien, ajatusmallien ja elämäkokemusten korostumiseen tekniikassa itsessään. Tätä vasten tärkeänä on nähty naisnäkökulman tuominen tietojenkäsittelyn suunnitteluun ja naisten erityisten sosiaalisten taitojen valjastaminen nykyistä laajemmin ja syvällisemmin teknologian kehittämiseen.

Naisten on havaittu suhtautuvan tietotekniikkaan enemmän vuorovaikutuksen välineenä, kun miehiä taas on kiinnostanut huomattavasti myös tekniikka itsessään. Tietojenkäsittelyssä on ollut jo systeemianalyysin ajoilta lähtien myös voimakas sosiokulttuurinen luonne, vaikka tähän usein onkin liittynyt yksinkertaistava, mekanistinen näkemys maailmasta. Koulutuksen määrällisen luonteen lisäksi on pyritty integroimaan tietotekniikka sellaisiin opintoihin, joissa tytöt ovat jo mukana. [Tech-Savvy, 2000]

Tietojärjestelmätieteitä on pidetty tietojenkäsittelyä feminiinisempänä alana siihen liittyvän voimakkaan sosiaalisen aspektin vuoksi. Tietojärjestelmätieteilijöiden kuvaa tutkineet Joshi ja muut [2003] kuitenkin toteavat, että alaa määrittävät samat maskuliiniset stereotyyppit ja teknisyyteen ja loogisuuteen liittyvien taitojen arvostus sosiaalisten, kommunikaatio-, tai vuorovaikutustaitojen sijaan.

Median esittämä kuva tietotekniikasta on henkilöitynyt miehisiin sankareihin [Vehviläinen, 2003]. Tytöille on pyritty myös tarjoamaan roolihahmoja ja malleja, joihin he voisivat samaistua ja joiden avulla he voisivat työstää identiteettejään potentiaalisina informaatioalan työntekijöinä. Oman haasteensa asettavat myös miehiset kulttuurit teknologia-aloilla ja teknologian opiskelijoiden piirissä.

Perinteinen miehinen johtajamalli on jakanut miehet suunnittelijoihin ja naiset operoijiin. Naisten tietotekninen työ sisältää usein suuria määriä tekstinkäsittelyä, digitointia ja rekisterien päivitystä [Työterveyslaitos, 2005]. Tietoyhteiskuntakehitykseen liittyvän rationalisoinnin ja automa-

tiikan kehittymisen myötä rutiininomaisissa operatiivisissa tehtävissä olevien työpaikat ovat jatkuvasti vaakalaudalla. Rutiininomaiset atk-työt eivät myöskään tarjoa uralla etenemisen mahdollisuuksia [Blom *et al.*, 2002].

Tietoyhteiskuntaan liittyvä verkostoituminen tuo myös ongelmia. Blom ja muut [2002] kuvaavat tietotyöläisiä pitkälti verkostoituneeksi yhteisöksi, jotka helposti sulkevat ihmisiä ulos verkostoistaan. Ongelmana voivat olla Vehviläisen kuvaamat suljetut sisäpiirit ja hyväveli-kerhot, jotka miesten dominoimina sulkevat pois naisia ja rakentavat tietotekniikan alalla toimiville yhteistä miehistä identiteettiä.

Perhe- ja työelämän yhteensovittamisen ongelmat lankeavat pääasiassa naisille, joten heidän työuransa saattaa olla katkonaista ja työelämän ulkopuolinen aika määrittyy kodin ylläpitoon liittyväksi ”toiseksi työksi”. Kuva kiireisistä, pitkistä ja vapaa-ajalle ulottuvista töistä tuskin houkuttelee perheen perustamisesta haaveilevia naisia. Nopeasti kehittyvä informaatioteknologia vaatii jatkuvaa opiskelua ja uusimpien virtausten seuraamista, jota katkokset työelämässä saattavat hankaloittaa.

5 Loppupäätelmät

Kysymystä naisten puutteesta tietotekniikan alalla voidaan lähestyä monesta suunnasta. Yhtä ainoa kattavaa selittävää syytä tuskin löydetään, mutta eri näkökulmista tehdyt pohdinnat antavat joitain viitteitä niistä sosiaalisista ja kulttuurisista ilmiöistä, jotka tähän vaikuttavat. Feministisen teorian esittämät näkemykset mahdollistavat ilmiön tarkastelun myös perinteistä sukupuolittomuuteen pyrkivää tasa-arvoajattelua laajemmin sukupuolen tuottamisen ja yhteiskunnallisten käytäntöjen tarkastelun kautta.

Tietotyön lisääntyminen ja tietotekniikan tulo perinteisten töiden alueelle asettaa työelämässä toimiville tiettyjä osaamisvaatimuksia jotka joudutaan säännöllisesti päivittämään. Tietoyhteiskunnassa perinteinen kertaluontoinen ammatin oppiminen ei enää riitä, vaan työtapojen kehitys kulkee rintarinnan nopean tietoteknisen kehityksen kanssa.

Vaikka naisten määrä varsinaisissa tietotekniikan ammattilaisissa on pieni, ovat naiset käyttäneet tietotekniikkaa työssään laajalti. Naisten töissä tarvittavia tietojenkäsittelyllisiä taitoja helposti väheksytään teknisien yksityiskohtien saadessa painoarvoa.

Tietoyhteiskunta tarjonnee naisille joka tapauksessa töitä teknologia-alan operatiivisissa tehtävissä, henkilöpalvelualoilla ja lisääntyvä vanhusten määrä Suomessa varmistanee hoitohenkilökunnan tarpeen. Ekofeministisestä näkökulmasta voidaankin kysyä, eikö tällainen ”luontaisten taipumusten” seuraaminen ole täysin oikeutettua.

Toisaalta suuri osa tasa-arvoon pyrkivistä naisista (tai miehistäkään) tuskin on valmis hyväksymään työelämän segregaatiokäytäntöjä sellaisenaan. Miehisillä aloilla toimivat naiset joutuvat edelleen usein kärsimään poikkeavasta roolistaan ja kamppailemaan uskottavuutensa puolesta. Vaikka naisten pääsy miesten töihin avaa uusia mahdollisuuksia, takaa viimeistään miesten puute naisten töissä sukupuoliroolien erillään pysymisen.

Myös perhe-elämän ja työn yhdistäminen on pitkälti jäänyt naisten harteille ja siitä aiheutuvat kulut naisten työnantajien maksettavaksi. Tämä on ollut omiaan vähentämään naisten suosiota työmarkkinoilla. Pääasiallisena lastenhoitajana perheessä toimiessaan naiset joutuvat myös pitämään pitkiä taukoja työelämästä.

Viiteluettelo

[Anttiroiko *et al.*, 2000] Ari-Veikko Anttiroiko, Jari Aro ja Erkki Karvonen, Tietoyhteiskunnan oppihistorialliset lähtökohdat. Teoksessa Matti Vuorensyrjä ja Reijo Savolainen (toim.), Tieto ja tietoyhteiskunta. Gaudeamus.

[Bangemann *et al.*, 1994] Martin Bangemann ja muita: Recommendations to the European Council. Europe and the global information society. Available as <http://europa.eu.int/ISPO/infosoc/backg/bangeman.html>.

[Barroso, 2005] José Manuel Barroso, *Growth and jobs: a new start for the Lisbon strategy* Plenary session of the European Parliament. Strasbourg, 9 March 2005.

[Bell, 1973] Daniel Bell, *The Coming of Post-Industrial Society. A Venture in Social Forecasting*. Basic Books, Inc.

[Blom *et al.*, 2002] Raimo Blom, Harri Melin, & Pasi Pyöriä, *Tietotyö ja työelämän muutos – palkkatyön arki tietoyhteiskunnassa*. Gaudeamus.

[Castells, 1996] Manuel Castells, *The Information Age: Economy, Society and Culture. Volume I. The Rise of the Network Society*. Blackwell.

- [Comission of the European Communities, 1993] Comission of the European Communities, *White Paper on growth, competitiveness, and employment: The challenges and ways forward into the 21st century*. COM(93) 700 final. Office for official publications of the european communities, Available as <http://europa.eu.int/en/record/white/c93700/contents.html>.
- [Comission of the European Communities, 1994] Comission of the European Communities, *Europe's way to the Information Society. An Action Plan*. COM (94) 347, Available as <http://aei.pitt.edu/archive/00000947/>.
- [Drucker, 1969] Peter Drucker, *The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society*. Harper & Row.
- [Griffiths, 1985] Dot Griffiths, The exclusion of women from technology. Teoksessa Wendy Faulkner ja Erik Arnold, *Smothered by Invention. Technology in Women's Lives*. Pluto Press, 51-71.
- [Information Infrastructure Task Force, 1993] Information Infrastructure Task Force, U.S. Department of Commerce, *The National Information Infrastructure: Agenda for Action*. Available as <http://www.ibiblio.org/nii/>.
- [Joshi *et al.*, 2003] Kshiti "K.D" Joshi, Nancy L. Schmidt & Kristine M. Kuhn, *Is the information systems profession gendered?: characterization of IS professionals and IS careers*. Special Interest Group on Computer Personnel Research Annual Conference Proceedings of the 2003 SIGMIS conference on Computer personnel research: Freedom in Philadelphia--leveraging differences and diversity in the IT workforce. Available as <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=761851&dl=ACM&coll=portal&CFID=38488661&CFTOKEN=63153517>.
- [Kangas, 2002] Sonja Kangas, Koulu muuttaa tietotekniikan imagoa. Teoksessa Riitta Smeds, Kaisa Kauppinen, Kati Yrjänheikki ja Anitta Valtonen (toim.), *Tieto ja tekniikka – Missä on nainen?* Tekniikan Akateemisten liitto TEK, 23-31.

- [Kasvio, 2001] Antti Kasvio, The Emergence of 'Information Society' as a Major Social Scientific Programme. In Erkki Karvonen (ed.), *Informational Societies. Understanding the Third Industrial Revolution*. Tampere University Press 2001, 19-47.
- [Kasvio, 2005] Antti Kasvio, Tietoyhteiskunta. *Tieteessä tapahtuu* 1/2005, 7-15.
- [Kinnunen ja Korvajärvi, 1996] Merja Kinnunen ja Päivi Korvajärvi, Johdanto: Naiset ja miehet työelämässä. Teoksessa Merja Kinnunen ja Päivi Korvajärvi (toim.), *Työelämän sukupuoliset tavat käytännöt*. Vastapaino, 9-22.
- [Kuusipalo, 2002] Jaana Kuusipalo, Mikä on se 'tasa-arvo', jota tasa-arvopoliittikka tavoittelee. Teoksessa, Anne Holli, Terhi Saarikoski ja Elina Sana (toim.), *Tasa-arvopoliittikan haasteet*. WSOY, 208-220.
- [Lahelma, 2002] Elina Lahelma, Peruskoulu, tytöt ja tekninen osaaminen. Teoksessa Riitta Smeds, Kaisa Kauppinen, Kati Yrjänheikki ja Anitta Valtonen (toim.), *Tieto ja tekniikka – Missä on nainen?* Tekniikan Akateemisten liitto TEK, 10-22.
- [Lehto ja Sutela, 1999] Anna-Maija Lehto ja Hanna Sutela, *Tasa-arvo työoloissa. Työmarkkinat 1999:19*, Tilastokeskus.
- [Liljeström, 1986] Rita Liljeström, Sukupuolijärjestelmä ja naisten työ. Teoksessa Liisa Rantalaiho, *Miesten tiede, naisten puuhut. Yhteiskuntatieteen kritiikkiä naisten työn näkökulmasta*. Vastapaino, 84-108.
- [Lohan, 2002] Maria Lohan (2002) Men, masculinities and 'mundane' technologies. The domestic telephone. Teoksessa Alison Adam ja Eileen Green (toim.), *Virtual Gender. Technology, Consumption and Identity Matters*. Routledge, 189-206.
- [Masuda] Yoneji Masuda, *The Information Society as Post-Industrial Society*. World Future Society.
- [Oksman, 2003] Virpi Oksman, ”Kyl jo kolmivuotiasikin osaa tietokoneella tehdä”. Lapset arjen kulttuurisissa teknologiadiskursseissa. Teoksessa Sanna Talja ja Sari Tuuva (toim.), *Tietotekniikkasuhteet. Kulttuurinen näkökulma. Tietolipas 196*. Suomen kirjallisuuden seura, 56-72.

- [Opetusministeriö, 1997] *Kulttuurinen tietoyhteiskunta. Strategiset perusteet ja lähtökohdat opetusministeriön toimintaohjelmalle vuosiksi 1997 – 2000*. Opetusministeriö. Saatavilla myös http://www.minedu.fi/kulttuurinen_tietoyhteiskunta/.
- [Rees, 1992] Teresa Reeds, *Skill Shortages, Women and the New Information Technologies*. Report of the Task Force for Human Resources, Education, Training and Youth Unit 3, Commission of European Communities.
- [Reich, 1991] Robert B. Reich, *The Work of Nations: Preparing Ourselves for the 21st Century Capitalism*. Random House.
- [Rubin 1975] Gayle Rubin, The Traffic of Women: Notes on the Political Economy of Sex. In Reyna Reiter (ed.): *Toward an Anthropology of Women*. Monthly Review Press, 157-210.
- [Sitra, 1998] Sitra, *Elämänlaatu, osaaminen ja kilpailukyky. Tietoyhteiskunnan strategisen kehittämisen lähtökohdat ja päämäärät*. Sitra **206**. Saatavilla myös <http://194.100.30.11/tietoyhteiskunta//suomi/st2f.htm>.
- [Talja, 2003] Sanna Talja, Tietotekniikkaminuus – miten se rakentuu? Teoksessa Sanna Talja ja Sari Tuuva (toim.), *Tietotekniikkasuhteet. Kulttuurinen näkökulma*. Tietolipas **196**. Suomen kirjallisuuden seura, 13-40.
- [Tampereen yliopisto, 2005] *Tampereen yliopiston tilastoja*, Tampereen yliopisto. <http://www.uta.fi/tilastot/>.
- [Tech-Savvy, 2000] *Tech-Savvy. Educating Girls in the New Computer Age*. American Association of University Women Educational Foundation Commission on Technology. Available as http://www.aauw.org/member_center/publications/TechSavvy/TechSavvy.pdf.
- [Teague, 1997] Joy Teague, *A structured review of reasons for the underrepresentation of women in computing*. ACM International Conference Proceeding Series. Proceedings of the 2nd Australasian conference on Computer science education. The Univ. of Melbourne, Australia. Available as

<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=299374&dl=ACM&coll=portal&CFID=38488661&CFTOKEN=63153517>.

[Teague, 2002] Joy Teague, Women in computing: what brings them to it, what keeps them in it? *ACM SIGCSE Bulletin Volume 34, Issue 2 (June 2002)* Women and Computing, Available as Available as

<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=543849&dl=ACM&coll=portal&CFID=38488661&CFTOKEN=63153517>.

[Tietotekniikan liitto, 2005] Tietotekniikan liiton kotisivu. <http://www.ttlry.fi/>.

[TiNA, 2005] *Pääainevalinnat miehet/naiset. TKK:n Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osastolta vuosi 1998–2002 valmistuneiden pääaineet.* TiNA. Saatavilla http://tina.tkk.fi/tietopankki/sukupuoli_ja_paaaine.pdf.

[Touraine, 1969] Alain Touraine, *La Société post-industrielle*. Denoël-Gonthier.

[Valtionvarainministeriö, 1995] Valtionvarainministeriö, *Suomi tietoyhteiskunnaksi. Kansalliset linjaukset*. Painatuskeskus.

[Van Zoonen, 1992] Liesbet Van Zoonen, Feminist theory and information technology, *Media, Culture & Society*, **Volume 14, Issue 1**, 9-29.

[Vehviläinen, 1996a] Marja Vehviläinen, “Maailmoista ilman naisia” tietotekniikan sukupuolieroihin. Teoksessa Merja Kinnunen ja Päivi Korvajärvi (toim.), *Työelämän sukupuolistavat käytännöt*. Vastapaino, 143-170.

[Vehviläinen, 1996b] Marja Vehviläinen, Understandings of Gender and Information Technology. Teoksessa Christina Mörtberg (ed.), *Where do we go from here? Feminist Challenges of Information Technology*. **Working Papers No 1**, Division Gender and Technology Luleå University of Technology, 17-38. Available as http://www.luth.se/depts/arb/genus_tekn/ITDG_rapport3.pdf.

[Vehviläinen, 2003] Marja Vehviläinen, Kuinka tutkia sukupuolta ja valtaa organisaatioissa? – puheenvuoro. Esitelmä seminaarissa *Sukupuoli ja valta: organisaatiot liikkeessä?* HKKK 15.5.2003. Saatavilla <http://www.hkkk.fi/gender-power/Vehviläinen.pdf>.

Luonnollisen puheen ominaisuudet puhekäyttöliittymissä

Jalo Kääminen

Tiivistelmä.

Luonnollisella puheella kommunikoiva puhekäyttöliittymä laajentaa vaatimuksen älykkästä tietokoneesta käsittämään ihmisen puheäänien ominaisuudet: vaihtelevan sävelkulun ja ajatuspainotuksen sekä akustista ja foneettista tasoa korkeammat puheen ominaisuudet kuten keskustelumaisuuden ja tunneilmaisun. Synteettisen puheen tuottaminen vaatii tekstin rakenteen ja sisällön analysointia puheen prosodisten parametrien selvittämiseksi. SSML-merkkauksielellä voidaan välittää syntetisaattorille syötetekstistä prosodista tietoa, jonka päättelemiseen pelkästä tekstiyhteydestä järjestelmä ei kykene. Sävelkorkeutta, nopeutta, äänenvoimakkuutta ja painotuksia vaihtelemalla voidaan tuottaa puhetta, jossa käyttäjän huomio keskittyy asiasisältöön ja käyttökokemus on miellyttävämpi.

Avainsanat ja -sanonnat: Puhekäyttöliittymät, luonnollinen puhe, merkkauksielet.

CR-luokat: B.4.2

1. Johdanto

Puhekäyttöliittymien kehittyminen nykyisiksi luonnollista puhetta jäljitteleviksi sovelluksiksi on vienyt lähes 60 vuotta. Varhaisten puhekäyttöliittymien ensimmäisenä tavoitteena oli tuottaa ylipäänsä tunnistettavaa puhetta. Viime vuosien kehitys on mahdollistanut luonnollisen puheen ominaisuuksien huomioon ottamisen puhekäyttöliittymissä.

Edistyksestä huolimatta synteettinen puhe eroaa yhä havaittavasti luonnollisesta puheesta. Synteettisen puheen ymmärtäminen vaatii enemmän kognitiivista ponnistelua kuin luonnollisen puheen seuraaminen. Käyttäjän huomion kiinnittyminen syntetisoidun puheen puutteellisiin ominaisuuksiin sekä käyttöliittymän kyvyttömyys heijastaa muuttuvaa tekstiyhteyttä vaikeuttaa sisällön hahmottamista.

Ymmärrettävän ja miellyttävän synteettisen puheen tuottaminen edellyttää prosodian muokkaamista tekstiyhteyden mukaisesti. Prosodian ohjaamiseen tarvittava informaatio voidaan yrittää päätellä tekstianalyysillä, tai tarjota syntetisaattorille valmiina SSML-merkkauksielellä.

Tutkielmassa keskitytään puhesynteesin signaalinkäsittelyä korkeampien ominaisuuksien määrittelyyn ja käyttöön luonnolliselta kuulostavan synteettisen puheen saavuttamiseksi.

2. Luonnollinen puhe

2.1. Luonnollisen puheen käsite

Tietotekniikan tutkijat viittaavat usein Turingin testiin [1950], jonka mukaan älykkään tietokoneen kanssa kommunikoitaessa ei voisi havaita, onko vastapuoli kone vai ihminen. Turingin testin vaatimukset täytyisivät, vaikka ei sanottaisi sanaakaan - riittää, että kommunikointi tapahtuu tekstimuodossa näppäimistön ja näytön välityksellä. Ihmisen käyttämällä luonnollisella kielellä voidaan viestiä sanallisessa tai kirjallisessa muodossa, tai jopa viittomalla. Vaikka luonnollisella kielellä käytävä keskustelu tietokoneen kanssa ei edellyttäisikään äänen käyttöä, vasta käsite *luonnollinen puhe* laajentaa vaatimuksen älykkästä tietokoneesta käsittämään ihmisen puheäänien ominaisuudet: vaihtelevan sävelkulun ja ajatuspainotuksen sekä akustista ja foneettista tasoa korkeammat puheen ominaisuudet kuten keskustelumaisuuden ja tunneilmaisuu.

Ihmisen tuottama puhe on luonteeltaan dynaamista: puheen sisältö ja ilmaisutapa vaihtelee mukautuen tekstiyhteyteen ja vastapuolen reaktioihin. Ihmisellä motorinen ja neurofysiologinen sääntelyjärjestelmä tarkkailee tuotetun puheen sävelkorkeuden ja voimakkuuden säilymistä. Poikkeamat korjataan tahdosta riippumattomilla lihassäädöillä viritystä tarkentamalla: kurkunpään aistinsolujen impulssit saavat aikaan nopeina selkäydinreflekseinä tilanteeseen sopivia toimintakäskyjä kurkunpään lihaksiin, jolloin kurkunpään lihaksiin välittyvä korjausinformaatio tapahtuu refleksien tapaan välittömästi [Laukkanen ja Leino, 1999]. Lopputuloksena on mukautuvaa vuorovaikutusta, joka selvästi eroaa ihmisen ja tietokoneen välisestä, suhteellisen rajoittuneesta vuorovaikutuksesta.

2.2. Puhesynteesin tavoitteet

Millaista sitten on hyvä syntetisoitu puhe? Voimme lähestyä asiaa puheopin vaatimuksista. Vokologia eli äänenharjoitusoppi viittaa äänen tutkimukseen ja harjoittamiseen. Puhetekniikka on osa vokologiaa, mutta tarkastelee puheilmaisua viestinnällisestä näkökulmasta. Puheopin vaatimusten mukaan hyvä ihmisen tuottama puhe on aistinvaraisesti vaivattomasti kuultavissa ja sanoista saa hyvin selvän [Laukkanen ja Leino, 1999]. Ymmärrettävyys ei kuitenkaan ole hyvän puheen ainoa kriteeri. Puhujanahan voisi olla vaikkapa heikkolaatuinen syntetisaattori, jonka seuraaminen vaati huomattavasti kognitiivisia ponnisteluja, mutta jonka tuottaman puheen informaation sisältö on ymmärrettävissä - vaikutelma voi silti olla epämiellyttävä.

Puheen viestinnällisellä tarkoituksenmukaisuudella tarkoitetaan äänellistä ilmaisevuutta ja vaihtelua puheparametreissa kuten sävelkorkeus, voimakkuus

ja äänenväri. Hyvä synteettinen puhe on siksi sekä ymmärrettävää että miellyttävää. Puheen miellyttävyys viittaa siihen, ettei puheessa tulisi olla seikkoja, jotka vievät huomion pois itse puheen sisällöstä. Miellyttävä ja luonteva puhe saa kuuntelemaan, mitä sanottavaa puhujalla on, eikä vie huomiota itse puheen sisällöstä. Tällainen puhe ei ole ärsyttävää. [Laukkanen ja Leino, 1999]

3. Puhesynteesi

Tietokoneen käyttämän synteettisen puheen tuottamiseen on kolme pääasiallista lähestymistapaa: artikulatorinen synteesi, formantti- eli sääntösynteesi ja konkatenaatiosynteesi. Tieteellisesti kiinnostavimpina pidetään tarjoamiinsa jatkokehitysmahdolluuksiensa vuoksi formantti- ja artikulaatiosynteisiä, vaikka äänenlaadullisesti parhaita tuloksia on toistaiseksi saavutettu konkatenaatiosynteisillä [Lemmetty, 1999].

3.1. Formanttisynteesi

Formantti- eli sääntösynteesi perustuu ääniaaltojen matemaattiseen mallintamiseen. Ääniaallosta löytyneiden säännönmukaisuuksien perusteella määritellään parametreja, joita voidaan muokata synteettisen puheen tuottamiseksi. Menetelmän etuna on aito synteettisyys ja siitä johtuen erinomainen muokkautuvuus.

3.2. Konkatenaatiosynteesi

Konkatenaatiosynteisissä tietokantaan tallennetuista äännteistä tuotetaan leikkaa-liimaa periaatteella yhdistelemällä uusia sanoja ja ilmauksia. Toisiinsa yhdistettävät äännteet voivat olla foneemeja, tavuja, tai jopa kokonaisia etukäteen nauhoitettuja sanoja ja lausekkeita.

Vaikka konkatenaatiosynteisin lopputulos kuulostaakin paremmalta kuin täysin synteettinen puhe, leikkaa-liimaa menetelmällä tuotetun puheen muokkaaminen prosodisten parametrien avulla on vaikeaa. Tekstiyhteyden mukaan muuttuvia puheen ominaisuuksia ei voi helposti säädellä ilman aitoon synteisiin perustuvaa tekniikkaa, sillä luonnollinen puhe ei muodostu peräkkäin sijoitetuista, irrallisista äännyksiköistä. Edeltävä ja seuraava foneemi vaikuttaa foneemin ääntämiseen, ja yhdistelyyn täytyy ottaa mukaan difoneja eli äännteiden välisiä siirtymiä. Lisäksi difoniäännteiden väliset rajat täytyy pehmentää. Foneemien kesto ei ole vakio, vaan vaihtelee tekstiyhteyden mukaisesti. Keskittyminen konkatenaatiosynteisiin saattaa itse asiassa heikentää kiinnostusta puheen perusominaisuuksien tutkimiseen ja hidastaa puhesynteisin kehitystä nykyiseltä tasoltaan [Vainio, 2001].

3.3. Artikulatorinen synteesi

Artikulatorisella synteesillä on teoriassa parhaat edellytykset luonnollisen puheen tuottamiseen. Menetelmä muistuttaa perusajatukseltaan varhaisia mekaanisia syntetisaattoreita, mutta mekaanisen laitteiston on korvannut virtuaalisesti luotu ääntöväylä. Menetelmässä pyritään jäljittelemään ihmisen ääntöväylän toimintaa luomalla ääniväylän pinta-aloista, virtauksista ja heijastuksista matemaattiset mallit synteettisen puheen tuottamiseksi. Ihmisen ääntöväylän mallintaminen matemaattisesti kuitenkin on laskennallisesti erittäin raskasta, eikä menetelmä ole vielä yleisesti käytössä.

4. Merkkauskielet

Tietokoneen puutteellisen semantiikan ymmärryksen vuoksi ääntämisen, äänenvoimakkuuden ja äänenkorkeuden tarkempaa ohjausta varten käytetään merkkauskieliä. Kun syntetisoitava teksti ilmaistaan merkkauskielellä, voidaan syntetisaattorille välittää syötetekstistä tietoa, jonka päättelemiseen pelkästä tekstiyhteydestä nykyiset järjestelmät eivät kykene.

Pitkän aikavälin tavoitteena on esitetty NLP (Natural Language Processing) analyysin kehittämistä siten, että puheen prosodiaan liittyvien parametrien arvot muuttuvat tekstin merkityksen mukaisesti. CTS (Context-to-Speech) eli ajatuksesta-puheeksi-synteessissä puhe tuotetaan asiayhteys tunnettuna, jolloin parametointi on helpompaa. Tässä tutkielmassa keskitytään merkkauskielen käyttöön.

SSML merkkauskieli (Speech Synthesis Markup Language Specification) [W3C, 2004] on World Wide Web Consortiumin (W3C) suositus syntetisoidun puheen laadun parantamiseksi puhekäyttöliittymissä. SSML on XML-pohjainen merkkauskieli, joka mahdollistaa puhesynteessin ohjaamisen sanan, äänteen tai ääniaallon tasolla. Ilman merkkauskielen apua prosodia tulisi selvittää tekstiyhteyden tai asiasisällön perusteella, minkä saavuttaminen nykyisillä järjestelmillä on vaikeaa tai mahdotonta.

SSML on osa W3C puherajapinta-arkkitehtuuria, johon kuuluvat SSML:n lisäksi VoiceXML kieli puhekäyttöliittymien keskustelunkulun määrittelyyn, SRGS (Speech Recognition Grammar Specification) asiayhteyden kieliopin määrittelyyn sekä CCXML määrittely puhelinsovellusten toteuttamiseen. SSML soveltuu käytettäväksi osana VoiceXML-puhekäyttöliittymää vuorovaikutteisten äänisovellusten toteutuksessa [W3C, 2004].

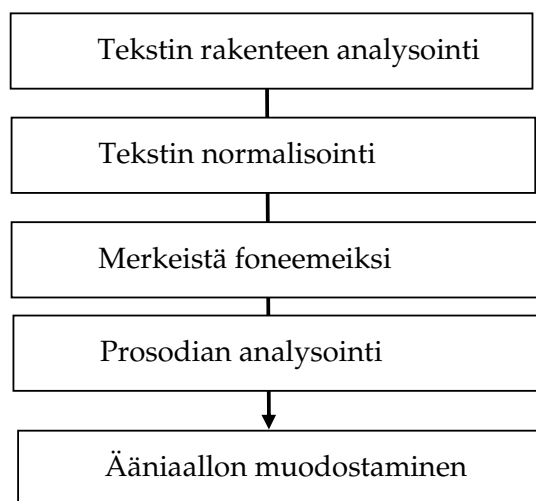
Tarkastelen ensin, miten tekstidokumentin muuntaminen tekstistä ääniaalloksi etenee vaiheittain SSML määrittelyn mukaisesti. Myöhemmin luvussa 6 tarkastellaan, miten SSML-merkkauskielen tarjoamia elementtejä

voidaan käyttää luonnollisen puheen vaatimusten täyttämiseksi. Lopuksi pohditaan tunneilmaisun sisällyttämistä synteettiseen puheeseen.

Esimerkit ovat englanninkielisiä johtuen englannin kielen laajasta tuesta puhesyntetisaattoreissa, mutta esimerkit ovat toteutettavissa myös suomenkielisillä syntetisaattoreilla.

5. Puhesynteesin vaiheet

SSML määrittelyn mukaan synteesissä tapahtuu seuraavat päävaiheet [W3C, 2004].



Kuva 1. Puhesynteesin vaiheet SSML-määrittelyn mukaisesti.

5.1. Tekstin rakenteen analysointi

Ensimmäisessä vaiheessa syöteksti analysoidaan tekstin rakenteen selvittämiseksi. Ihmisen tekemä tekstistä-puheeksi muunnoksella on tietokoneeseen verrattuna ylivoimainen etu: tekstin sisällön ymmärtäminen. Tekstin syntaksinen tarkastelu kieliopillisten sääntöjen perusteella on tietokoneelle helpompaa kuin semanttinen analyysi, jossa tekstin merkitys ja sisältö kätkeytyvät vaikeasti havainnollistettavien sanojen riippuvuussuhteiden taakse. Tietokoneiden heikkoutena on niiden kyvyttömyys ymmärtää asiayhteyden vaikutus puheen sävelkulkuun ja painotuksiin. Syntetisaattorit pyrkivät päättämään tarvittavan tiedon asiakirjan tai lauseen rakenteen, kieliopin ja välimerkkien perusteella.

Hyvän syntetisaation tavoitteena on välittää ajatuksia sanaryhminä, pää- ja sivulauseita, tai sanaa ja siihen läheisesti liittyviä määreitä, eikä vain lausua yksittäisiä sanoja. Suomessa välimerkkejä käytetään säännönmukaisesti jaksottamaan puhuttua tekstiä, mutta välimerkkien vaikutus vaihtelee eri kielissä. Välimerkit voivat osoittaa, mihin toteamus tai kysymys päättyy.

Välimerkit osoittavat, miten jokin lauseen osa liittyy sen toisiin osiin. Joissakin kielissä välimerkkien vaatiman sävelkulun muutoksen sivuuttaminen saattaa muuttaa kysymyksen toteamukseksi tai lauseen merkityksen kokonaan toiseksi. Oheisessa taulukossa luetellaan tärkeimmät välimerkit ja niiden vaikutus puhuttuun suomen kieleen.

Välimerkki	Nimi	Vaikutus
,	pilkku	Lyhyt tauko
.	piste	Pysähdys
;	puolipiste	Tauko, jonka pituus on pisteen ja pilkun puolivälissä
:	kaksoispiste	Tauko
?	kysymysmerkki	Nouseva sävelkorkeus
!	huutomerkki	Suurempi äänenvoimakkuus
""	lainausmerkit	Vaikutus riippuu lainauksen pituudesta ja tekstiyhteydestä. Lyhyt lainaus saattaa vaatia lähes huomaamattoman tauon; pitempi lainaus selvästi erottuvan tauon.
-	ajatusviiva	Saattaa vaatia muutoksen lukunopeudessa tai sävelkorkeudessa (erottaa lauseesta irrallisia osia).

Taulukko 1. Välimerkkien käsittelysääntöjä

Välimerkkien käsittelysäännöt saattavat vaihdella tekstiyhteyden mukaisesti. Esimerkiksi tätä tutkielmaa syntetisoidessa kaarisulkeitten ""()" sisällä olevia osuuksia, lähinnä lyhenteiden selityksiä ja käänkösvastineita, ei välttämättä toistettaisi. Jos sulkeissa oleva aineisto toistettaisiin, niiden sisältöä luettaessa sävelkorkeus voisi olla aavistuksen normaalia matalampi.

Tässä tutkielmassa hakasulkeet "[]" erottavat lähdeviitteitä, joita ei tarvitse lukea. Jos hakasulkeita käytetään suorissa lainauksissa, sisältävät ne lisäyksiä, jotka ovat välttämättömiä tekstin merkityksen kannalta, ja tulisi siksi lukea. Lainausmerkeillä erotetussa aineistossa hakasulkeiden sisältämä teksti tulisi siksi toistaa. Hakasulkeissa olevat lisäykset, jotka ovat välttämättömiä tekstin merkityksen kannalta, eivät vaadi sävelkulun vaihtoa.

Syntetisaattorit eivät aina toimi yllämainittujen perussääntöjen mukaisesti, vaan tuottavat vaikeasti ymmärrettävää, heikosti jaksotettua puhetta välimerkkeistä huolimatta. SSML merkkiauskieli ei pääsääntöisesti ota kantaa välimerkkeihin, vaan jättää välimerkkien matalan tason prosessoinnin syntetisaattorille. SSML-merkkiauskielessä on käytettävissä <s> ja <p> -elementit lauseiden ja kappaleiden välisten rajojen selkeäksi erottamiseksi.

Elementtejä voidaan käyttää erottamaan lauseiden ja kappaleiden rajat toisistaan esimerkiksi silloin, kun piste ei yksiselitteisesti ilmaise lauserajaa, esimerkiksi pisteeseen päättyvien lyhenteiden käytön vuoksi.

Joidenkin tutkimusten mukaan luonnollisessa puheessa pikemminkin pyritään jaksottamaan puhe samanpituisiksi jaksoiksi kuin seuraamaan semanttista yhteyttä tai välimerkein esitettyä jakoa [Shattuck-Hufnagel, 2000]. Puhesynteesissä voidaan yleensä kuitenkin keskittyä muodolliseen, huoliteltuun esitykseen.

5.2. Tekstin normalisointi

Koneellinen synteesi seuraa täsmällisesti tekstiä eikä sinänsä tee ihmisille tyypillisiä lukuvirheitä, mutta sanojen virhetulkinnat ovat yleisiä. Tekstimuotoisessa kielessä esiintyy epäselviä ja monitulkintaisia kohtia, jotka on muunnettava yksiselitteiseen, syntetisaattorin helposti ymmärrettävään muotoon (nk. ortografinen transkriptio). Esimerkiksi ilmaisussa "250ms pituinen tauko SSML-kielellä" numero "250" muunnetaan lukusanaksi "kaksisataaviisikymmentä", lyhenne "ms" mittayksiköksi "millisekuntia", ja syntetisaattorille tuntematon, mutta kirjoitusasultaan selvästi lyhenteeltä vaikuttava "SSML" ilmaisuksi "S S M L".

Tekstissä voi esiintyä ilmaisuja, joiden tulkinta riippuu tekstiyhteydestä. Syntaktisen ja semanttisen analyysin avulla pyritään löytämään todennäköisimmin oikea tulkinta. Esimerkiksi ilmaisu "1/2" voidaan tekstiyhteydestä ja kielestä riippuen muuntaa syntetisaattorin ymmärtämäksi ilmaisuksi "puoli", suomalaiseksi päivämääräilmaukseksi "ensimmäinen helmikuuta" tai amerikkalaisittain ilmaisuksi "toinen tammikuuta" [W3C, 2004]. Moniselitteisyyden vähentämiseksi voidaan käyttää SSML-dokumentin kielimäärittelyä. Dokumentissa, jonka kielimäärittely on

```
xml:lang="en-US">
```

ilmaisu

```
<p>2/1/2001 </p>
```

tulkittaisiin

```
"ensimmäinen helmikuuta"
```

Erityisesti sähköpostiviesteissä esiintyy useita mahdollisia virhetulkintakohtia. Sähköpostiosoitteet ovat vaikeasti lausuttavassa muodossa, esimerkiksi `posti_paavo@email.com`. Syntetisaattorin tulisi ymmärtää erikoismerkkien oikea lausumistapa tekstiyhteydessä, ja erottaa, mikä osa viestiä on käyttäjänkielistä ja mikä osa saattaa olla vieraalla kielellä. Viesteissä esiintyy runsaasti käytössä olevia lyhenteitä ja akronyymejä, kuten Re: Fw: Vast: ja niin edelleen.

SSML:n tulkintaa ohjaavat elementit mahdollistavat yksiselitteisen ääntämisen ilmaisuille, jotka voidaan tekstiyhteydestä riippuen tulkita useilla eri tavoilla. Sub-elementti määrittelee yksiselitteisen lausumistavan tekstissä esiintyvillä lyhenteillä; interpret-as määre täsmentää tulkintatavan ja tarjoaa tiedon siitä, miten ilmaista asiayhteyden mukaisesti esimerkiksi päivämäärät, numerot ja rahasummien valuutat.

```
<sub alias="World Wide Web Consortium">W3C</sub>  
<say-as interpret-as="currency">€15.20</say-as>  
<say-as interpret-as="duration" format="hms">12:20:03</say-as>
```

5.3. Merkeistä-foneemeiksi muunnos

Foneettisessa analyysissä kielikohtaiset kirjoitusmerkit muunnetaan foneettisen aakkoston mukaisiksi äänteiksi. Osa syntetisaattoreista käyttää IPA:n foneettista aakkostoa, osassa käytetään toimittajakohtaisia foneettisia aakkostoja. Englanninkielen sana "tomato" määriteltäisiin syntetisaattorille IPA:n foneemisymbolien avulla seuraavasti [W3C, 2004]:

```
<phoneme alphabet="ipa" ph="t&#x259;mei&#x325;&#x27E;ou&#x325;">  
tomato </phoneme>
```

Kullakin kielellä (tai kielen variantilla) on oma foneemikirjastonsa. Esimerkiksi amerikanenglannin foneemisto koostuu 45 foneemista, Suomen 21 foneemista. Muunnosta vaikeuttaa useat tekijät. Kirjoitetun ja puhutun kielen välillä voi olla suuria eroja. Kirjoitetulla sanalla voi olla useita puhuttuja vastineita. Esimerkiksi englannin sana "read" lausutaan "ri:d" tai "red" aikamuodosta riippuen. Ihmislukija päättelee oikean lausumistavan tekstiyhteydestä; syntetisaattorin on saatava oikea tieto jo tekstianalyysin tai merkkauksen avulla. Suomen kielen muunnos kirjoitusmerkeistä foneemeiksi on suoraviivaisempaa ääntämisen säännönmukaisuuden vuoksi. Kaiken kaikkiaan lausumista on vain hieman pehmennettävä liioitellun huolellisen lausumisen välttämiseksi.

Suomen kielessä poikkeukset ovat harvinaisia ja helposti hallittavia. Niin sanottu äng-äänne ilmenee kirjainpareissa nk ja ng. Kirjainpari nk lausutaan yhtenä äng-ääntenä, esimerkiksi sanassa "kenkä", kun taas kirjainparissa ng lausutaan sekä n- että g-kirjain äng-ääntenä, esimerkiksi sanassa kuningas. N-kirjain muuttuu p-kirjaimen edellä m-äänteeksi (senpä [sempä]). Niin sanottu loppukahdennus eli jäännöslopuke kadonneesta imperatiivin k-tunnuksesta aiheuttaa muutoksia sanojen sisällä ja lopussa, niin että joskus konsonantti ääntyy kahtena (esimerkiksi käypä [käyppä], mene sinne [menessinne]).

Missä tahansa tekstissä voi esiintyä sanoja, joita puhesyntetisaattorin sanastosta ei löydy. Vierasperäisten sanojen ääntämiseen saattaa kuitenkin heijastua niiden alkukielen ääntämistapa, niin että jokin kirjain tai kirjainyhdistelmä voidaan ääntää eri tavoilla tai se jätetään kokonaan ääntämättä. Poikkeukset täytyy ehkä merkitä foneettisin merkein, tai määrittelemällä sanalle kieli SSML-merkkaukielen <lang>, <voice> tai <lexicon> - elementtien avulla.

5.4. Prosodian analysointi

Prosodian analysointivaiheessa foneettisella merkistöllä ilmaistuun tekstiin lisätään mukaan prosodiset ominaisuudet, kuten sävelkulku, puhenopeus- ja korkeus, jotta puhe kuulostaisi luonnollisemmalta. Syntetisaattorit käyttävät oletusasetuksenaan algoritmia, joka pyrkii selvittämään prosodiaa. Esimerkiksi nimisanoja, verbejä ja adjektiiveja saatetaan painottaa, kun taas apuverbejä ja prepositioita painotetaan vähemmän. Välimerkkien perusteella päätellään laskevaa ja nousevaa sävelkulkua.

SSML merkkaukiellä voidaan välittää syntetisaattorille oletusasetuksia tarkempaa tietoa puheen prosodisten parametrien arvoista. Tässä vaiheessa voidaan hyödyntää tekstiin upotettuja SSML-merkkaukielen elementtejä, joita käsitellään tarkemmin luvussa 6.

5.5. Ääniaallon tuottaminen

Tekstianalyysin ja SSML-merkkaukielen elementtien avulla foneettisesta ja prosodisesta informaatiosta tuotetaan lopulta ääniaalto, jonka ihminen tulkitsee puheena. SSML mahdollistaa ääniaallon ohjaamisen värähtelytaajuuden asteella. Äänen värähtelytaajuuden yksikkönä käytetään hertsiä (Hz).

6. Prosodian ohjaaminen SSML:n avulla

Prosodia tarkoittaa puheen sävelkulkua, rytmiä, tauotusta, painotusta ja puhenopeutta. Luonnonmukaista prosodiaa jäljittelevä puhe on miellyttävämpää ja auttaa ymmärtämään puheen sisällön.

SSML-kieli tarjoaa välineitä prosodian muokkaamiseen. Prosody-elementti ja sen valinnaiset määreet <pitch>, <contour> <range> <rate> ja <volume> ohjaavat sävelkorkeutta, sävelkorkeuden muutosta ja -vaihteluväliä, sekä puhenopeutta ja puhevoimakkuutta.

6.1. <pitch>, <contour> sävelkorkeus

Pitch-määreen arvona voi olla esimerkiksi numero, jota seuraa "Hz", plus- tai miinusmerkeillä osoitettu suhteellinen muutos, tai "x-low", "low", "medium", "high", "x-high", tai "default" (oletus). Seuraavassa esimerkissä

käytetään sävelkorkeuden vaihtelua tarinan "Kultakutri ja kolme karhua" ("Goldilocks and the Three Bears") elävöittämiseen.

<prosody pitch="x-low"> Someone's been eating my porridge, </prosody> growled the Papa bear.

<prosody pitch="medium"> Someone's been eating my porridge, </prosody> said the Mama bear.

<prosody pitch="high"> Someone's been eating my porridge and they ate it all up! </prosody> cried the Baby bear.

Pitch-elementtiä voi käyttää tunteiden ilmaisemiseen, sillä äänenkorkeuden muutoksilla ihminen usein ilmaisee tunteita. Kiihtymys ja innostus ilmaistaan nostamalla sävelkorkeutta. Suru ja huoli vaativat matalampaa ääntä. Vaihtelun tulee silti olla sopivaa puheen sisältöön [Laukkanen ja Leino, 1999].

Ajatuksia voidaan painottaa nostamalla hieman äänenkorkeutta ja lisäämällä vastaavasti voimakkuutta. Sävelkorkeutta vaihtamalla saatetaan joskus osoittaa myös kokoa tai etäisyyttä, tai käyttää nousevaa intonaatiota kysymyslauseiden lopussa.

Käyttämällä pitch-määreen asemesta tarkempaa contour-määrettä voidaan osoittaa sävelkorkeudelle tavoitearvo suhteellisena arvona ilmaistun aikamäärän kohdalla. Aikamäärän suhteellisen prosenttiosuuden jälkeen pitch- ja range-määreillä on sävelkorkeutta muuttavana arvona plus tai miinusmerkein varustetuilla numero, mikä tekee numeron mukaisen muutoksen sävelkorkeuteen. Numero ja sitä seuraava % -merkki tarkoittaa suhteellista prosenttiosuutta. Numeron perässä oleva "Hz" tekee hertsimääräisen muutokseen äänitaajuuteen.

<prosody contour="(0%,+10Hz) (20%,+20%) (80%,+20%)">

This porridge is too hot!

</prosody>

Arnoldin ja O'Connorin [1973] englannin kieltä koskevan intonaatioluokituksen mukaan lauseen sävelkulun neljä osaa ovat esijakso, avausjakso, ydin (ilmauksen pääpaino) ja loppujakso. Ilmaisua kantavat erilainen säveltaso näiden osien välillä ja yleinen sävelkorkeusvaihteluväli (korkea, matala, keskikorkea). Intonaatiotyyppi, jossa esijakso on matala, avausjakso korkea ja ydin matala-laskeva, ilmaisee harkitsevuutta, vakautta ja ehdottomuutta. Jos avausjaksokin on matala, viestiin edellinen sävelkulku etäisyyttä, varautuneisuutta ja jopa vihamielisyyttä. Intonaatiotyyppi, jossa esijakso on matala, avausjakso nouseva ja ydinjakso korkea-laskeva, ilmaisee

puolestaan eriävää mielipidettä tai hämmästyksiä. Intonaatioluokituksen perusteella voi harkita sopivimpia contour-määreen arvoja.

6.2. <range> sävelkorkeuden vaihteluväli

Miesten puheäänien keskimääräinen perustaajuus on 100 Hz, naisten noin 200 Hz ja lasten 300 Hz. Monotoninen puheääni ei miellytä korvaa, ja keskimääräistä sävelkorkeutta tärkeämpi arvo on sävelkorkeuden vaihteluväli. Vaihteluväli voidaan ilmaista range-määreellä.

Seuraavassa esimerkissä oppilaiden mielenkiinto monotonista opettajaa kohtaan lopahtaa heti alkuunsa.

```
<prosody pitch="medium" range="x-low">  
    Today we are going to learn about history.  
</prosody>
```

6.3. <rate> puhenopeus

Rate-määre ohjaa puhenopeutta. Puhe voi tuntua epäselvältä silloin kun se on liian nopeasti toistettua. Tämä on usein puhesyntetisaattorin oletusasetusten ongelmana, jolloin syntetisaattorin tuottama puhe toistuu liian nopeasti, eikä kuulija ehdi hahmottaa synteettisen puheen sisältöä. Seuraavassa esimerkissä kallis hinta kerrotaan hitaasti ja selvästi artikuloitua.

```
The price of the meal is <prosody rate="-15%">€65</prosody>
```

Rate-elementtiä voi käyttää tunneilmaisuun. Innostusta tai kiihtymystä voi ilmaista lisäämällä puhenopeutta. Toisaalta kun halutaan toisten muistavan tarkalleen, mitä sanotaan, käytetään hitaampaa puhenopeutta. Puhenopeutta voi nostaa myös sellaisissa kohdissa, jotka ovat vähemmän tärkeitä ja joista käyttäjän odotetaan itse poimivan tarkkaavaisuutensa kohteen.

6.4. <duration> kesto

Duration-määreellä ilmaistaan tavoitearvo syötetektin lukemiseksi määrättyssä ajassa. Yhdistämällä duration ja pitch-määreitä voidaan syntetisaattori saada jopa "laulamaan". Huomaa oheisessa esimerkissä tavujen poikkeava kirjoitusasu syntetisaatiota varten. [Cuddihy and Hocek, 2002].

```
<prosody duration="500ms" pitch="440">Twin</prosody>  
<prosody duration="500ms" pitch="440">cull</prosody>  
<prosody duration="500ms" pitch="659">Twin</prosody>  
<prosody duration="500ms" pitch="659">cull</prosody>  
<prosody duration="500ms" pitch="740">Lit</prosody>
```

```
<prosody duration="500ms" pitch="740">tull</prosody>  
<prosody duration="1000ms" pitch="659">star</prosody>
```

6.5. <volume> äänen voimakkuus

Volume-määre ohjaa äänen voimakkuutta. Elementin määreeksi annetaan luku 0-100 välillä. 0 tarkoittaa hiljaisuutta, 100 normaalia syntetisaattorin käyttämää oletusvoimakkuutta ja 50 puolta normaalivoimakkuudesta.

```
<volume level="80"> As she was sleeping, the three bears came home.  
</volume>
```

Puheesta ilmenevä äänenvaihtelu ei merkitse vain äänenvoimakkuuden monotonisen säännöllistä lisäystä tai vähennystä. Puhumalla hiljempaa ja lisäämällä intensiteettiä voi ilmaista huolta tai pelkoa. Äänenvoimakkuutta muutetaan, kun on kyse kiireellisestä käskystä, kiellosta tai huomiota vaativasta toimenpiteestä. Jos tarkoitus on kehottaa antamaan vastaus, suurempi äänenvoimakkuus on tarpeen. Jos taas halutaan ohjata käyttäjää, ei ole syytä herättää torjuvaa reaktiota käyttämällä liian kovaa ääntä.

Äänen hiljentäminen eli volume-määreen arvon pienentäminen voi herättää odotusta. Heti sen jälkeen ääneen on kuitenkin yleensä lisättävä intensiteettiä, jotta tehokeino täyttäisi tarkoituksensa. Hiljaisempi äänenvoimakkuus voi myös osoittaa, että puhuttava kohta ei ole yhtä tärkeä kuin sitä edeltävä ja seuraava kohta. Hiljaista äänenvoimakkuutta on käytettävä harkiten, sillä ympäristön kuunteluympäristö voi vaikeuttaa hiljaisen äänen kuulemista.

6.6. <emphasis> painotus

Syntetisaattorille painon jakautuminen sanan sisäisesti ei ole ongelma, sillä syntetisaattorissa on valmiiksi ohjelmoidut painot kullekin sanalle. Emphasis-elementti ohjaa kokonaisen sanan tai sanaryhmän painotusta. Määreinä voi olla "strong", "moderate", "none" tai "reduced". "None"-määre poistaa painotuksen sanalta, jota syntetisaattori muutoin saattaisi painottaa.

```
This chair is <emphasis level="moderate"> too big. </emphasis>  
She screamed, <emphasis level="strong"> Help! </emphasis>
```

Painotus on tärkeää osoittaa avainsanojen ja ajatuksen kannalta keskeisien ilmausten kohdalle siten, että ajatukset välittyvät selvästi. Väärien sanojen painottaminen saattaa hämärtää ajatuksen. Suomen kielessä pääpaino on sanan ensimmäisellä tavulla. Kielissä, joissa painon sijainti vaihtelee, saattaa edeltävän sanan painon sijoittuminen vaikuttaa seuraavan sanan painon

sijaintiin. Yksittäisenä lausutun sanan painotuksen toistaminen sellaisenaan sanaryhmän keskellä saattaa johtaa virheelliseen painotukseen.

Tekstistä voi helposti löytyä tavanomaisesti painotettavia ilmauksia kuten ehdottomasti, ensinnäkin, erittäin, hyvin, seuraavaksi, lopuksi ja aina. Syntetisaattori ei välttämättä tue tällaisten sanojen painotusta oletusasetuksilla, joten <emphasis> elementin käyttö on usein paikallaan.

Painotuksen käyttö merkitsee muutakin kuin sitä, että muutamia tai useita sanoja korostetaan tavallista enemmän. Ajatuksia voi painottaa muillakin tavoilla kuin pelkästään painottavaa <emphasis> elementtiä käyttäen, ja monesti seuraavia voi käyttää rinnakkain: suurempi äänenvoimakkuus tai intensiteetti, hitaampi puhenopeus tai tauko ennen toteamusta tai sen jälkeen.

6.7. <break> tauko

Break-elementti lisää määreen mukaisen tauon puhevirtaan. Tauotus vaatii pysähtymistä sopivissa kohdissa kokonaan. Välillä pysähdys on hyvin lyhyt tai ääni vain häipyä hetkeksi. Tauon pituuden voi määrittellä arvoilla "none", "x-weak", "weak", "medium" (oletusarvo), "strong", tai "x-strong". Määre lisää prosodisten parametrien eroavuutta ennen ja jälkeen tauon ja voimistaa tauon vaikutusta. Tauolle voidaan määrittellä tarkka pituus "time"-määreellä.

<break strength="medium"/> Ahhh, </break> this porridge is just right.

Tutkimusten mukaan tauotus on eräs tärkeimmistä ominaisuuksista, joka välittää käyttäjälle mielikuvaa älykkästä käyttöliittymästä [Hakulinen *et al*, 1999]. Taukojen avulla puhetta on helppo ymmärtää. Ilman taukoja ajatukset eivät erotu selkeästi. Taukoja voidaan käyttää ennen kohtaa, johon käyttäjän tulisi kiinnittää erityistä huomiota tai kun tarjotaan vastaus käyttäjän järjestelmälle esittämään kysymykseen.

Painottavaa taukoa voi käyttää tehokeinona. Se edeltää tai seuraa tärkeää sanaa tai kysymystä. Painottavat tauot tulee rajoittaa vain todella merkittäviin kohtiin.

Tauko voi toimia ajatuksen vaihtumisen merkinä. Tauko antaa käyttäjälle mahdollisuuden sulatella edellä sanottua, sopeutua tulevaan, havaita ajatuksen vaihtuminen ja käsittää selvemmin seuraavaksi esitettävä ajatus. Ajatusten vaihtumista merkitsevät tauot ovat yleensä pitempiä kuin välimerkkien vaatimat tauot, mutteivät niin pitkiä, että ilmaisusta tulisi tarpeettoman hidastempoista.

Tauko voi olla paikallaan järjestelmän esittämän kysymyksen jälkeen seuraa luonnostaan tauko. Esimerkiksi mikäli puhuja ei anna syötettä, VoiceXML

määritelmän mukaan tauko katkeaa <noinput> tapahtumaan, jonka käsittely ohjelmoidaan käyttöliittymä- ja dialogikohtaisesti. Jos kehittyneempi järjestelmä käyttäisi ihmisille tyypillistä retorista kysymystä, johon ei odoteta vastausta, on syytä ohjelmoida retorisen kysymyksen jälkeen pieni tauko, joka mahdollistaa käyttäjälle mielessään vastaamisen.

7. Elementtien käyttö emootioiden ilmaisussa

Useat tahot ovat analysoineet sitä, miten ääni muuttuu tunnetilojen mukaan [Johnstone and Scherer, 2000; Aubergé and Cathiard, 2003; Iivonen, 2005]. Esimerkiksi Johnstonen ja Schererin kokeissa esiintyjät lukivat neutraalia tekstiä ilmaisten eri mielialoja: vihaa, surua, ikävystyneisyyttä, iloa, pelkoa tai inhoa. Lauseista analysoitiin tavu tavulta lukemisen vauhti, äänen korkeus, perustaaajuus, voimakkuus ja lausumisen selkeys. Tulokset osoittivat, että ilo tai viha lisäsi nopeutta ja äänen voimakkuutta. Tavut luettiin painottaen ja lausuminen oli selvää. Ikävystyneisyys, pelko tai suru hidasti puhetta ja tekivät siitä epäselvempää, ja äänen korkeus muuttui. Pelko sai äänen nousemaan suunnilleen oktaavin verran. Murhe sai äänijänteet värähtelemään pehmeästi, ja ääni muuttui käheämmäksi ja matalammaksi. Näitä ominaispiirteitä sovellettiin keinoääniin, jotta voitaisiin tarkistaa, pystyisivätkö kuulijat tunnistamaan oikean tunnetilan.

Laukkasen ja Leinon [1999] mukaan puhenopeus, artikulaation selvyys ja tauotus toimivat paralingvistisinä (kielen ohessa esiintyvinä) ilmaisuvälineinä. Tunnetilan keskeinen ominaisuus on valenssi, eli onko tunne positiivinen tai negatiivinen. Korkeat resonanssitaajuuden liittyvät positiiviseen, matalat negatiiviseen. Tällöin puheen sävelkorkeus on matalampi, voimakkuus hiljaisempi ja puhenopeus hitaampi.

Oheisesta taulukosta ilmenevät emootioiden tärkeimmät vaikutukset puheäänen ominaisuuksiin [Arnott and Murray, 1993].

	Viha	Onnellisuus	Suru	Pelko	Inho
Puhenopeus	+	+ / -	-	++	- - -
Puhekorkeus keskimäärin	+++	++	-	+++	- - -
Puhe-korkeuden vaihtelu	++	++	-	++	+
Intensiteetti	+	+	-	Ei muutosta	-
Puhe-korkeuden muutokset	Jyrkkiä	Pehmeitä, ylöspäin	Alaspäin	Normaali	Loppua kohti alaspäin
Artikulaatio	Kireää	Normaali	Epäselvä	Tarkka	Normaali

Taulukko 2. Emootioiden vaikutus puheäänen ominaisuuksiin.

SSML:n elementit mahdollistavat tunneilmaisun lisäämiseen synteettiseen puheeseen, esimerkiksi luvussa 6 mainittujen esimerkkien mukaan. Elementtien arvojen määrittelyä varten on runsaasti saatavilla aikaisempaa tutkimustyötä, joissa eri tunnetilojen aikana ilmaistun puheen parametreja on valmiiksi analysoitu.

8. Yhteenveto

Puhenopeuden, sävelkorkeuden, painotuksen ja tauotuksen käytöllä voidaan tuottaa ymmärrettävämpää syntetisoitua puhetta, joka lisäksi on miellyttävää. W3C määritelmän mukainen SSML merkkauskieli on yksinkertainen työväline puhesynteesin ohjaamiseen. Merkkauskielen avulla puhekäyttöliittymän suunnittelijan ei tarvitse tehdä aikaa vievää perustutkimusta signaalikäsittelyn parissa. SSML-merkkauskielen tehokas käyttö edellyttää kuitenkin puheen ominaisuuksien tuntemista ja luokittelua.

Merkkauskielen versiossa 1.0 on ominaisuuksia yhä rajoitetusti. Merkkauskielen kehittäminen vaatii ihmisen suorittaman luetun ilmaisun analysoimista säännönmukaisuuksien määrittämiseksi eri tekstiyhteyksissä, sen sijaan että synteessissä keskityttäisiin vapaamuotoisessa dialogissa ilmeneviin ominaisuuksiin. Uudempiin määritelmiin olisi toivon mukaan mahdollista sisällyttää lausetason elementtejä hämmästykselle, ilolle, pelolle ja muille tunteille.

9. Loppupäätelmät

Tarinankertominen saattaa olla eräs haasteellisimmista puhesynteesin tehtävistä, sillä kerrottaessa puheesta heijastuu vaihtuva tekstiyhteys, painotukset, laaja äänenvoimakkuuden vaihteluväli sekä tunnetilojen vaihtelu. Osa tässä tutkielmassa mainituista esimerkeistä on muodostettu klassisesta kansansadusta "Kultakutri ja kolme karhua" ("Goldilocks and the Three Bears"). Kun puhesyntetisaattori onnistuu toistamaan tarinan yhtä eloisasti kuin Lasse Pöysti, on tutkimusalue saavuttanut tavoitteensa. Tässä lienee jatkotutkimuksen paikka.

Viiteluettelo

- [Arnold and O'Connor, 1973] Gordon Arnold, Joseph O'Connor, *Intonation of colloquial English*. Longman, 1973.
- [Arnott and Murray, 1993] John L. Arnott, Iain Murray, Toward the simulation of emotions in synthetic speech: A review of the literature on human vocal emotion. *Journal of the Acoustical Society of America, JASA*, 2 (1993), 1097-1108.
- [Aubergé and Cathiard, 2003] Véronique Aubergé, Marie Cathiard, Can we hear the prosody of smile? *Speech Communication*, 40, (1-2) (April 2003), 87 - 97
- [Cuddihy and Hocek, 2002] Adam Hocek, David Cuddihy, *Definitive VoiceXML*, Prentice Hall PTR, 2002
- [Iivonen, 2005] Antti Iivonen (toim.), *Puheen salaisuudet: fonetiikan uusia suuntia*. Gaudeamus, 2005.
- [Hakulinen et al., 1999] Jaakko Hakulinen, Kari-Jouko Räihä and Markku Turunen, The use of prosodic features to help users extract information from structured elements in spoken dialogue systems. In: *Proceedings of ESCA Tutorial and Research Workshop on Dialogue and Prosody*, 65-70.
- [Johnstone and Scherer, 2000] Tom Johnstone, Klaus R. Scherer, Vocal communication of emotion. In M. Lewis & J. Haviland-Jones (eds.), *Handbook of Emotions*, Guilford Press, 2000, 220-235.
- [Laukkanen ja Leino, 1999] Anne-Maria Laukkanen ja Timo Leino, *Ihmeellinen ihmisääni*. Gaudeamus, 1999.
- [Lemmetty, 1999] Sami Lemmetty, Review of Speech Synthesis Technology, Master's Thesis, Helsinki University of Technology, 1999, available at <http://www.acoustics.hut.fi/~slemmett/dippa/thesis.pdf>
- [Shattuck-Hufnagel, 2000] Stefanie Shattuck-Hufnagel, Phrase-level phonology in speech production planning: Evidence for the role of prosodic structure. In: *Prosody: Theory and Experiment. Studies presented to Giista Bruce*. Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [Turing, 1950] Alan Turing, Computing machinery and intelligence. *Mind*. 59, 236 (Oct. 1950), 433-60.
- [W3C, 2004] World Wide Web -konsortion määrittelysivu SSML-1.0 merkkaukielelle 7.9.2004. <http://www.w3.org/TR/speech-synthesis/>
- [Vainio, 2001] Martti Vainio, Puhesynteesin tutkimus, julkaisussa *Puheentutkimuksen resurssit Suomessa*, 33-34, saatavilla osoitteessa <http://www.csc.fi/raportit/puhe/>

GUI-työkalun valinta

Joona Laukkanen

Tiivistelmä.

Graafiset käyttöliittymät tekevät tietokoneohjelmien käyttämisestä helpompaa ja ovat osoittautuneet tärkeäksi välineeksi ihmisen ja tietokoneen välisessä kanssakäymisessä. Sen vuoksi graafinen käyttöliittymä lähes aina sovellukseen toteutetaan, sovelluksen tyypistä riippumatta. Koska käyttöliittymien toteuttaminen on kuitenkin ollut alusta saakka kaikkea muuta kuin triviaalia, on työn tueksi toteutettu suuri joukko apuvälineitä; työkaluohjelmistoja ja / tai sovelluskehysjä, sovelluksia valmiiden käyttöliittymien rakentamiseksi ja niin edelleen. Tässä tutkimuksessa keskitytään työkaluohjelmistoihin ja sovelluskehysiin. Työkaluohjelmistot ja sovelluskehukset tarjoavat yleensä minimissään valmiin kokoelman standardeja käyttöliittymäkomponentteja sekä rakenteen tapahtumien hallintaan, mutta usein lisäksi paljon muuta tukemaan käyttöliittymien rakentamista. Työkaluohjelmistoissa ja sovelluskehysissä on kuitenkin eroja keskenään. Tässä tutkielmassa pyritään kartoittamaan näitä eroja ja eroja tulkiten tarjoamaan lukijalle suuntaa antavia vihjeitä siitä, mihin työkalua valittaessa kannattaa kiinnittää huomiota.

Avainsanat ja –sanonnat: GUI-työkalut, graafiset käyttöliittymät, käyttöliittymäkirjastot, GUI-sovelluskehukset.

CR-luokat: H.5.2

1. Johdanto

Käytännössä kaikissa nykypäivän sovelluksissa on graafinen käyttöliittymä. Vaikka yhä useammat sovellukset ja käyttöliittymät ovatkin WWW-pohjaisia, jotka ovat usein suhteellisen helppoja toteuttaa esimerkiksi HTML-kielellä, eivät ne näihin staattisiin sivunkuvauskieliin perustuvina ja vahvasti verkon yli tapahtuvasta tiedonsiirrosta riippuvaisina kykene tarjoamaan vastaavaa reaktiivisuutta ja monipuolista käyttöliittymää kuin paikallisia käyttöliittymäkirjastoja hyödyntävät *'perinteiset'*

käyttöliittymät. Eräs näihin perinteisiin käyttöliittymiin liittyvä olennainen ongelma on kuitenkin se, että teknologia mahdollistaa toteuttaa näistä käyttöliittymistä lähes minkälaisia tahansa. Sinänsä tämä on tietysti hyvin joustavaa ja mieluisaa, mutta myös ongelmallista siinä mielessä, että käyttöliittymistä tulee usein helposti myös monimutkaisia ja monimutkaisuus puolestaan johtaa siihen, että käyttöliittymän toteuttamisesta tulee sekä vaativa, että työläs tehtävä. Työn helpottamiseksi onkin kehitetty useita työkaluja ja nykyään lähes kaikki sovellukset toteutetaan käyttäen hyväksi jotakin työkaluohjelmistoa tai sovelluskehystä. Tässä tutkielmassa luon katsauksen näiden työkalujen keskeisiin ominaisuuksiin; niiden hyviin ja huonoihin puoliin ja valintoihin mahdollisesti liittyviin kompromisseihin. Tarkoitus on antaa lukijalle viitteitä siitä, mihin työkalua valitessa kannattaa kiinnittää huomiota.

Luvussa 2 tarkastellaan hieman tarkemmin tutkimuksen kannalta keskeisiä käsitteitä työkaluohjelmisto ja sovelluskehys, sekä katsotaan kyseisten työkalujen menneisyyteen – mistä tarve näille työkaluille on syntynyt ja mihin näiden työkalujen käytöllä tarkkaan ottaen pyritään.

Luvussa 3 keskitytään työkalujen ominaisuuksien esittelyyn ja niistä löytyvien erojen kartoittamiseen ja analysoimiseen. Aina pyritään myös arvioimaan kuinka tehtyjä havaintoja voisi käyttää hyväksi työkalun sopivuutta arvioitaessa.

Lopulta luvussa 4 pyrin vielä johtamaan työkalujen ominaisuuksista tehdyistä havainnoista joitakin keskeisiä johtopäätöksiä, jotka voi olla hyvä pitää mielessä aina kun joutuu arvioimaan tietyn työkalun soveltuvuutta tiettyyn tilanteeseen.

2. Työkaluohjelmistot ja sovelluskehukset GUI-työkaluina

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen kannalta keskeiset käsitteet työkaluohjelmisto ja sovelluskehys, erityisesti kuinka niitä tässä tutkimuksessa käytetään. Tämän jälkeen esitellään työkalujen taustoja – miksi työkaluja tarkkaan ottaen tarvitaan ja miten niiden käyttö helpottaa käyttöliittymien toteuttamisessa (kohdat 2.2. ja 2.3.).

2.1. Termien käytöstä

Työkaluohjelmiston (engl. toolkit) ja sovelluskehiksen (engl. framework tai application framework) tulkitaan yleensä olevan kaksi eri asiaa. Työkaluohjelmistoa ajatellaan usein vain kirjastona - joukkona yhteenkuuluvia luokkia, joka tarjoaa suoraan käytettäviä palveluita sovelluskehittäjälle. Gamma *et. al.* [1995, s.26] määrittelevät työkaluohjelmiston joukoksi toisiinsa liittyviä, uudelleenkäytettäviä luokkia, jotka on suunniteltu tarjoamaan hyödyllistä, **yleiskäyttöistä** toiminnallisuutta. He toteavat työkaluohjelmistoille tyypilliseksi, että niiden palvelut ovat yleisiä, jolloin niitä voidaan käyttää monessa sovelluksessa, ja että työkaluohjelmisto **ei** ehdota mitään erityistä rakennetta, jota sitä käyttävän sovelluksen olisi käytettävä.

Sovelluskehiksellä tietyn rakenteen ehdottaminen taas on tyypillistä; sovelluskehiksen käyttö pakottaa myös sovelluksen käyttämään sovelluskehiksen tarjoamaa rakennetta. Muilta osin sovelluskehys saattaa olla hyvin samankaltainen kokoelma palveluita kuin työkaluohjelmistokin. Erään toisen määritelmän mukaan sovelluskehys on uudelleenkäytettävä, lähes valmis sovellus, jota voidaan tätä laajentamalla käyttää valmiiden sovellusten tekemiseen [Fayad and Schmidt, 1999, s.32]. Periytymistä käyttäen toteutettava sovellus ei näin käytä vain sovelluskehiksen (abstraktien) luokkien sisältämää toiminnallisuutta, vaan samalla se alistuu käyttämään sovelluskehiksen määrittelemää arkkitehtuuria. Jo esille tulleiden uudelleenkäytettävyyden ja laajennettavuuden lisäksi muita sovelluskehiksen tärkeimpiä hyödyllisiä piirteitä ovat modulaarisuus ja niiden taipumus hallita osaa sovelluksen ohjaamiseen liittyvistä tehtävistä (engl. inversion of control, käänteinen hallinta, jolloin sovelluskehys kutsuu sovellustason koodia takaisinkutsuin) [Fayad and Schmidt, 1999, s.32], jälkimmäinen tosin on myös ymmärrettävä toisinaan hankalaksi piirteeksi (virheiden jäljittäminen hankaloituu, katso kohta 3.1.). Sovelluskehikset ovat usein myös hyvin tarkasti kohdennettuja tiettyyn kohdealueeseen, esimerkiksi käyttöliittymien kehittämiseen [Fayad and Schmidt, 1999, s.32; Gamma *et. al.*, 1995, s.26].

Sovelluskehysten ja työkaluohjelmistojen välillä on siis lähtökohtaisesti selkeä rakenteellinen ero. Sovelluskehys koostuu joukosta geneerisiä, laajennettavia, hyvin ”yhteistyökykyisiä” luokkia [Tenenberg, 2003, s.211], ja pakottaa sovelluskehiksen arkkitehtuurin käyttämiseen toteutettavassa

sovelluksessakin. Työkaluohjelmistoissa toiminnallisuus sen sijaan on eristetty irrallisiin luokkiin tai luokkahierarkioihin [Tenenberg, 2003, s.211], jolloin palveluiden käyttö on hyvin suoraviivaista, eikä rajoita toteutettavan sovelluksen arkkitehtuuria mitenkään.

Termien käyttö käyttöliittymätyökalujen kohdalla on kuitenkin jokseenkin epäjohdonmukaista. Esimerkiksi Javan alun perin sisältämää käyttöliittymien toteuttamiseen tarkoitettua työkalusovellusta, AWT (abstract windowing toolkit) pakkausta, voidaan pitää hyvin pitkälle sovelluskehystenä (sen käyttäminen perustuu pitkälti periytymisen käyttöön ja sillä on monia vastuita, joista käyttäjä ei voi päättää, esimerkiksi käyttäjän toteuttamien komponenttien piirtometodien kutsuminen). Tästä syystä työkaluohjelmistoja ja sovelluskehymiä ei tässä tutkimuksesta käsitellä erillään toisistaan, ellei se ole välttämätöntä.

Myös Johnsonin [1997b, s.41] ohje siitä, milloin kirjaston voi katsoa olevan sovelluskehys, tukee tehtyä tulkintaa; sen mukaan GUI työkalusovelluksetkin voisi yleensä luokitella sovelluskehymiksi. Johnsonin tulkinnan mukaan kirjasto on usein sovelluskehys, jos sen komponenttien välillä on riippuvuuksia ja GUI-työkalusovellusten kohdalla näin yleensä on. Yksinkertaisimmankin GUI-työkalusovelluksen komponenttien välillä on lähes väkisin riippuvuuksia, ellei se todellakin sisällä vain ja ainoastaan joukon toisistaan riippumattomia käyttöliittymäkomponentteja. Lisäksi myös Myersin *et. al.* [2000, s.7] GUI-työkalusovellukselle antaman määritelmän voi ajatella tukevan tulkintaa; Myersin mukaan GUI-työkalusovellus tarjoaa tyypillisesti kirjaston interaktiivisia komponentteja, sekä arkkitehtonisen kehysten hallinnoimaan näistä komponenteista rakennettujen käyttöliittymien toimintaa. Tämän määritelmän mukaan GUI-työkalusovellus on itse asiassa molempia - sekä kirjasto, että sovelluskehys. Termin sovelluskehys käyttö on nähdäkseni tällöin täysin oikeutettua.

Tästä yleistyksestä käsitellä työkalusovelluksia ja sovelluskehymiä yhtenä ja samana asiana kuitenkin pidättäytytään, kun sitä ei ole soveliasta tehdä. Tällöin tyydytään vain tekemään tulkinta, että sovelluskehys on **tyypillisesti** laajempi, saattaa sisältää enemmän toiminnallisuutta ja ennen kaikkea - se määrittelee siitä periytettävien sovellusten arkkitehtuurin. Tämä tulkinta on riittävä kun voidaan olettaa, että graafisten käyttöliittymien kehittämiseen suunniteltuina työkaluina niiden käyttötarkoitus on lähtökohtaisesti kuitenkin sama, vaikka työkalujen käyttötapa hieman toisistaan eroaisikin.

Jatkossa näihin työkaluihin voidaan viitata vain työkaluina tai GUI-työkaluina. GUI-työkalulla ei kuitenkaan tämän tutkimuksen sisällä viitata

muihin kuin matalan tason työkaluihin, vaikka monet korkeamman tason työkalut, kuten esimerkiksi graafiset käyttöliittymien rakentamiseen tarkoitetut työkalut, voidaan luokitella GUI-työkaluiksi [Myers, 1995b, s.66].

2.2. Tarve GUI-työkaluille

Jo 1960-luvulta saakka lukuisat järjestelmät ovat, kuten monet käyttöjärjestelmät usein menestyksekkäästikin, perustuneet 'ikkunointiin', 1970-luvulta saakka on usein limittäin järjesteltyyn ikkunointiin. Tarve GUI-työkaluille havaittiin lopulta 1980-luvun lopulla, kun ohjelmoiminen ikkunoiden järjestelystä vastaavan näytönjärjestimen (engl. window manager) tasolla oli vaikeaa, ja koska suunnittelijat käyttöliittymäkirjastojen puuttuessa kirjoittivat johdonmukaisesti tarvitsemansa käyttöliittymäkomponentit itse. Tämä oli ongelmallista jo käyttäjänkin kannalta, koska tällainen toimintakulttuuri ei arvatenkaan johtanut laajasti yhtenäisiin käyttöliittymiin. Nämä ongelmat johtivat ensimmäisten käyttöliittymien toteuttamiseen tarkoitettujen työkalusovellusten kehittämiseen näytönjärjestimen päälle. [Myers *et. al.*, 2000, s.7]

Graafisten käyttöliittymien kehittäminen on alusta saakka ollut siis sekä vaativa, että työläs tehtävä. Myers ja Rosson havaitsivat tutkimuksessaan [1992], että keskiarvolta peräti noin puolet (48%) sovellusten lähdekoodista oli nimenomaan käyttöliittymän toteuttamiseksi kirjoitettua koodia. Luku on todella suuri ja tuo esiin yhden keskeisen syyn, minkä vuoksi GUI-työkaluja on alunperin alettu käyttää; on ollut tarve pystyä uudelleenkäyttämään ratkaisuja.

2.3. GUI-työkalut uudelleenkäytön välineinä

Koska ohjelmistosuunnittelijoiden ei ole mitään järkeä toteuttaa suurta joukkoa käyttöliittymäkomponentteja (ja niiden soveltamaa tapahtumankäsittelyä ja niin edelleen) itse sovelluksesta toiseen, on sopivan joukon uudelleenkäytettäviä käyttöliittymäkomponentteja tarjoaminen yksi keskeinen GUI-työkaluohjelmistojen ja -sovelluskehysten tehtävä. Valmiiden komponenttien lisäksi ne tarjoavat yleensä mahdollisuuden kirjoittaa omia mukautettuja komponentteja valmiita komponentteja laajentamalla. Useat työkalut tarjoavat kuitenkin käyttöliittymäkomponenttien lisäksi myös paljon muitakin palveluita, kuten valmiin mallin tapahtumienhallintaan, sovellusten piirtämiseen tai mahdollisuuden valita käytettävä käyttöliittymän ulkonäkö ja tuntuma (engl. look & feel) esimerkiksi tiettyä käyttöjärjestelmää vastaavaksi.

GUI-työkalut sisältävät siis paljon suoraan uudelleenkäytettävää koodia aina käyttöliittymäkomponenteista niiden ulkonäön määrittelyyn sopiviin työkaluihin.

Usein sovelluskehysten tai sovelluskehysten kaltaisesti toteutettuina, GUI-työkalut tarjoavat uudelleenkäytettävyyttä myös sovelluskehysten sisältämän arkkitehtuurin muodossa. Tällöin sovelluskehys tarjoaa sekä uudelleenkäytettävää koodia, että uudelleenkäytettävän yhtenäisen rakenteen sovellusten välillä. Koska rakennetta ei tarvitse suunnitella, toteuttaa ja testata, uudelleenkäytettävä rakenne mm. säästää aikaa ja rahaa kehitysvaiheessa ja takaa lopulta myös tuotteiden yhdenmukaisuuden. Tästä on hyötyä koska käyttöliittymät näyttävät tällöin samalta ja toisaalta ylläpitotyö on helpompaa, kun ylläpitotiimi voi siirtyä yhden sovelluksen ylläpidosta toiseen ilman tarvetta opetella uutta rakennetta [Johnson, 1997b, s.41]. Lisäksi testatun sovelluskehysten uudelleenkäyttö usein tarkoittaa myös sitä, että sovelluskehystä (ja sen hyväksi todettua arkkitehtuuria) käyttäen toteutetut sovellukset ovat myös laadukkaampia ja vakaampia [Valerio, 2003].

GUI-työkalujen käytöllä pyritään siis yleensä ainakin käyttöliittymän toteuttamiseksi vaaditun koodin määrän minimoimiseen (työkalu tarjoaa uudelleenkäytettäviä valmiita, laajennettavia komponentteja), tuotteiden yhdenmukaisuuteen (yhtenäinen käyttöliittymien ulkonäkö, usein myös yhtenäinen rakenne sovellusten välillä), sekä toteuttamistyön monimutkaisuuden hallintaan (työkalun käytön myötä sovelluksilla on usein yhtenäinen, hallittava, modulaarinen arkkitehtuuri).

3. Työkalujen ominaisuudet

Tässä luvussa käsitellään GUI-työkalujen ominaisuuksia, kartoitetaan niistä löytyviä eroja ja johdetaan niistä huomioimisen arvoisia suosituksia, joita voi soveltaa kuhunkin tilanteeseen sopivaa GUI-työkalua valittaessa. Erityisesti työkalun arkkitehtuurin edustamat suunnitteluperiaatteet ovat keskeinen lähtökohta analysoitaessa työkalun ominaisuuksia. Arkkitehtuuri ratkaisee pitkälti, soveltuuko työkalu tiettyyn tarkoitukseen - ovatko työkalulla toteutetut sovellukset siirrettäviä, tukeeko työkalu uusien komponenttien toteuttamista, ovatko työkalulla toteutetut käyttöliittymät riittävän nopeita ja niin edelleen.

3.1. Sovelluskehyksiin luontaisesti liittyvät ominaisuudet

Koska GUI-työkalut toteutetaan usein sovelluskehysinä, tai pitkälti sovelluskehysten kaltaisina, voidaan usein soveltaa yleisesti sovelluskehysille tunnusomaisiin ominaisuuksiin liittyviä haittoja ja hyötyjä myös GUI-työkalua valittaessa.

3.1.1. Pitkä oppimiskaari

Yksi sovelluskehysten käytöstä aiheutuva haitta, johon valintaa tehdessä on syytä kiinnittää huomiota on käyttöönottamiseen liittyvä työkalun käytön oppiminen. Se ei sovelluskehysten kohdalla aina ole triviaalia. Kohdassa 2.1. esitettiin Johnsonin ohje, jonka mukaan kirjaston voi usein tunnistaa sovelluskehukseksi jos sen komponenteilla on riippuvuuksia keskenään. Tästä Johnsonin säännöstä on kuitenkin jätetty pois jälkimmäinen osa, joka sopii paremmin tähän kappaleeseen. Johnsonin sääntö jatkuu seuraavasti: *"...ja jos ohjelmoijat, jotka opettelevat käyttämään sitä, valittavat sen monimutkaisuudesta."* [Johnson, 1997b, s.41]. Sovelluskehukset ovat usein suuria ja monimutkaisia, ei vähiten sen takia, että niillä on usein monia suunnittelumalleja soveltava monimutkainen arkkitehtuuri [Johnson, 1997b], ja sovelluskehysten tehokas käyttäminen vaatii usein pitkän oppimiskaaren. Fayadin ja Schmidtin [1997, s.35] mukaan esimerkiksi MFC:n tai MacAppin kaltaisen GUI-sovelluskehysten kohdalla tehokkaan käyttämisen oppiminen kestää usein 6-12 kuukautta ohjelmoijan kokemuksesta riippuen ja vaatii usein hyvin läheistä opetusta ja ohjausta. Näin ollen monimutkaisen, suuren sovelluskehysten käyttäminen ei välttämättä takaakaan tuotteen nopeaa valmistumista ainakaan ennen kuin henkilöstö osaa käyttää sitä tehokkaasti. Toisaalta esimerkiksi työkalun sisältämän dokumentaation laatu tai muun oppimista helpottavan materiaalin saatavuus sekä ajantasaisuus voivat osoittautua olennaiseksi tekijäksi oppimiskaaren suhteen. Poikkeuksellisen laadukas dokumentaatio voi helpottaa suuren ja kattavankin sovelluskehysten käytön oppimisessa ja tehokkuudessa kun heikkolaatuinen dokumentaatio saattaa hankaloittaa yksinkertaisemmankin työkalun käyttöönottoa.

Sovelluskehysten käyttöönottoon liittyvä oppimiskaari on joka tapauksessa syytä ottaa huomioon työkalua valittaessa. Jos tarve GUI-työkalulle ei ole kertaluonteinen, toteutettavat käyttöliittymät ovat monimutkaisia ja on resursseja panostaa koulutukseen, voi suuri ja kattava

työkalu usein epäilemättä olla parhaiten soveltuva vaihtoehto lähtökohtaisesti pidemmästä oppimiskaaresta huolimatta. Toisaalta, jos tarve GUI-työkalulle on vain esimerkiksi yksittäisessä projektissa, toteutettavat käyttöliittymät eivät ole erityisen monimutkaisia tai vaadi mitään erityisiä ominaisuuksia ja tuote on saatava valmiiksi nopeasti, on arkkitehtuuriltaan yksinkertaisemman, vähemmän toiminnallisuuttakin sisältävän, kenties enemmän kirjastoa kuin sovelluskehystä muistuttavan työkalun valinta usein soveltuvin vaihtoehto.

3.1.2. Vaikutus testattavuuteen

Toinen sovelluskehysten yleinen ominaisuus, joka voidaan ajatella hyödyksi tai haitaksi GUI-työkalujenkin kohdalla, on erityisesti testaamiseen, lähinnä virheiden jäljittämiseen, liittyvät ongelmat, joita sovelluskehysten käyttö saattaa aiheuttaa. Muun muassa virheiden jäljittäminen ja sovellusten validoiminen on sovelluskehysten kohdalla usein ongelmallista [Fayad and Schmidt, 1999, s.36]. Fayad ja Schmidt mainitsevat syiksi kaksi asiaa. Ensinnäkin näin on, koska abstraktien komponenttien tarkastelu eristetyksi konkreettisesta sovellustason koodista ei ole mahdollista, jolloin virheiden jäljittäminen sovelluskehykseen tai sovellukseen ei ole itsestään selvää. Tämä hankaloittaa moduulitestausta huomattavasti ja vielä enemmän näin on kun komponentti on geneerinen ja testattavia mahdollisia eri alustuksia on todella paljon. Toinen mainittu ongelma on sovelluskehysten soveltama käänteinen hallinta, mikä johtaa hallinnan etenemisen implisiittisyyteen, jolloin virheiden jäljittäminen on vaikeaa. Tapahtumien seuraaminen rivi kerrallaan on tällöin käytännössä hyvin hankalaa, varsinkin jos sovelluskehysten toteutusta ei ole saatavilla, jolloin hallinnan kulkua ja sovelluskehysten suorittamia takaisinkutsuja on hankala seurata.

Sovellusten testattavuuteen voi vaikuttaa valitsemalla GUI-työkalun, joka tukee virheiden jäljittämistä jollakin tavalla, esimerkiksi jonkin työkalun muodossa. Lisäksi voisi päätellä, että kirjastomaisemman työkalun käyttö saattaa toisinaan johtaa ylimääräiseen hyötyyn sovelluksen ollessa helpommin testattava.

3.1.3. Sovelluskehysten kypsyys

Huomaamisen arvoisia ovat erityisesti vielä sovelluskehysten kypsyteen liittyvät näkökohdat. Koska sovellusten vaatimukset muuttuvat, sovelluskehysten muuttuvat ja myös sovellusten on kehityttävä samalla

[Fayad and Schmidt, 1999, s.36]. Usein onkin oikeutettua ajatella, että mitä kypsempi ja pidemmälle kehitetty sovelluskehys on, sitä vähemmän sitä on tarpeen muuttaa ja sitä vähemmän myöskään työkalua käyttävää sovellusta. Tästä voidaan suoraan johtaa suositus mahdollisimman kypsän työkalun käyttämisestä. Vielä nuoren, mahdollisesti aktiivisessa kehityksessä olevan kehityksen käyttö saattaa hyvinkin vaatia aktiivisempaa sovelluksen päivittämistä sovelluksen pitämiseksi käyttämäänsä sovelluskehystä vastaavana. Toisekseen, sen lisäksi, että vähemmän kypsän työkalun käyttö saattaa lisätä tarvittavaa ylläpitotyötä, se saattaa olla vielä puutteellinen. Sovelluskehysten suunnittelua ja toteuttamista pidetään todella vaativana tehtävänä [Fayad and Schmidt, 1997] ja nuoren sovelluskehityksen arkkitehtuuri tai sovelluskehityksen sisältämä toiminnallisuus voi usein olla yksinkertaisesti vielä vajavaista. Koska onnistunut sovelluskehityksen ylläpito vaatii vielä syvän ymmärryksen sovelluskehityksen komponenteista ja niiden välisistä suhteista, täytyy sovelluskehittäjien usein luottaa pelkästään sovelluskehityksen kehittäjien tekemään ylläpitotyöhön.

Teknologian kypsyyden merkitystä ei kannata aliarvioida, se usein viittaa vakauteen. Teknologian ikä - kuinka kauan työkalua on kehitetty - on usein hyvä mittari arvioitaessa työkalun kypsyyttä. Suuret mutta silti vakaat GUI-työkalut ovatkin usein vuosien työn tulos ja kehitystyöhön käytettyä aikaa käytetään usein mainonnassakin. Esimerkiksi Javan Swing on ollut mukana sen JDK:ssa versiosta 1.2. (1998) alkaen, WxWidgets mainostaa työkalulla olevan kehitystä takana jo 12 vuotta.

3.2. Tuki siirrettävyydelle

Yhdessä muiden siirrettävyydestä saatavien hyötyjen (vain yksi toteutus, kehitys voidaan aloittaa ennen kuin kohdealusta on päätetty ja niin edelleen) on usein mielekäästä, että graafinen käyttöliittymä voidaan suorittaa ilman muutoksia tai mahdollisimman pienin muutoksin millä tahansa, mahdollisimman monella, yleisimmillä, tai ainakin useammalla kuin yhdellä alustalla. Erityisesti kun voidaan ennakoida tarve sovelluksen suorittamisesta useammalla alustalla (tai tarvetta ei kyetä arvioimaan etukäteen), on alustariippumattomuus usein tärkeä näkökohta sopivaa GUI-työkalua valittaessa.

Tällaisia alustariippumattomia GUI-työkaluja on joskus kutsuttu erikseen PIGUI – työkaluiksi (platform independent graphical user interface – development kits) [Guthrie, 1995, s.55]. Guthrien tekstissä PIGUI-työkaluiksi

on luokiteltu ne, jotka tukevat ainakin kahdella eri käyttöjärjestelmällä alustan natiivia ulkonäköä ja tuntumaa. Alustariippumattomuuden toteuttaminen on kuitenkin vaativaa graafisten käyttöliittymien kohdalla ja eri GUI-työkalut toteuttavatkin alustariippumattomuutta hyvin eri määrin. Yleensä GUI-työkalut tukevat siirrettävyyttä joka tapauksessa jossain määrin, koska laitteistoriippuvaiset osat toteutetaan työkalussa, jolloin sovellusohjelmoijan ei tarvitse huolehtia tästä. Parhaiten siirrettävyyden periaatteen toteuttava työkalu ei kuitenkaan tarvitse välttämättä ole aina paras vaihtoehto.

Vaikka alustariippumattomuutta voikin pitää ensisijaisesti vain hyvänä asiana, täytyy siihen silti suhtautua varauksella. Koska alustariippumattomuus usein, ellei aina, johtaa myös koodin suorittamisen hidastumiseen [Guthrie, 1995, s.55] ja varsinkin puhdas alustariippumattomuus myös siihen, että alustan natiivista ulkonäöstä ja tuntumasta joudutaan enemmän tai vähemmän tinkimään, ei parhaiten siirrettävissä olevaa vaihtoehtoa tule valita harkitsematta ensin valintaan mahdollisia liittyviä uhrauksia. Jos nimittäin on mahdollisuus tinkiä siirrettävyydestä, on pienellä kompromissilla ehkä mahdollista löytää vaihtoehto, josta ei edellä mainittuja haittoja löydy.

Alustariippumattomuuden toteuttamiseen on monta lähestymistapaa. Näistä yleisimpiä ovat ainakin työkalun toteuttaminen kerroksittaisena (engl. layered toolkit) tai emulointia hyödyntävänä. [Argollo and Olguín, 1997; Guthrie, 1995, s.55]

3.2.1. Lähestymistapana kerroksittaisuus

Kerroksittaiset GUI-työkalut toteuttavat siirrettävyyttä siten, että ne käyttävät hyväkseen alustan natiiveja GUI-työkaluja. Ne tarjoavat työkalulla toteutettaville sovelluksille niiden tarvitseman yhdenmukaisen ulkonäön ja tuntuman [Guthrie, 1995, s.55]. GUI-työkalun ja alustan välillä on tällöin rajapinta, joka delegoi kutsut natiiviin rajapintaan [Argollo and Olguín, 1997]. Yksi esimerkki tällaisesta työkalusta on AWT työkalu. Sen jokainen käyttöliittymäkomponentti pitää sisällään vastaavan natiivin komponentin.

Tästä kerroksittaisesta, alustan natiiveja komponentteja käyttävästä lähestymistavasta on se hyöty, että tällaiset GUI-työkalut yleensä onnistuvat saamaan käyttöliittymät näyttämään siltä, kuin ne olisi toteutettu varta vasten alustaa varten, jolla sovellus suoritetaan [Argollo and Olguín, 1997; Guthrie,

1995]. Käännös toiselle alustalle saadaan helposti kääntämällä sovellus uudestaan kohdealustan kirjastoihin nojautuen.

Kerroksittaisilla GUI-työkaluilla on kuitenkin se ongelma, että ne sisältävät vain alustojen yhteiset komponentit [Argollo and Olguín, 1997]. Toisin sanoen, jos alusta X sisältää natiivit komponentit i ja j, ja alusta Y komponentit i ja k, sisältää GUI-työkalu vain komponentin i.

3.2.2. Lähestymistapana emulointi

Emulointia käyttävät GUI-työkalut välttävät kerroksittaisten GUI-työkalujen alustojen yhteisiin komponentteihin liittyvän ongelman siten, että ne emuloivat käyttöliittymäkomponentit itse matalan talon grafiikkakutsuilla ja vastaavat itse siitä, että komponentit mukailevat natiivien komponenttien ulkonäköä ja tuntumaa [Argollo and Olguín, 1997; Guthrie, 1995, s.56].

Emulointiin perustuvat työkalut, esimerkiksi Javan Swing – sovelluskehys, voivat siis sisältää kohdassa 3.2.1. esitetyn esimerkin tapauksessa alustojen kaikki komponentit i, j ja k – sekä alustalla X, että Y. Lisäksi emulointia hyödyntävät GUI-työkalut voivat olla hyödyllisiä sen vuoksi, että alustalla X voi suoraan kokeilla miltä sovellus näyttää alustalla Y, ja emulointia hyödyntävät GUI-työkalut ovat potentiaalisesti myös nopeampia kuin kerroksittaisella työkalulla toteutetut käyttöliittymät. [Guthrie, 1995, s.56]

Emulointia hyödyntäviin työkaluihin liittyy kuitenkin se emulointiin liittyvä ongelma, että tällaiset GUI-työkalut eivät voi taata, että niillä toteutetut sovellukset olisivat täysin natiivin ulkonäön ja tuntuman mukaisia [Argollo and Olguín, 1997]. Esimerkiksi Swingillä toteutetut emuloituja käyttöliittymäelementtejä hyödyntävät käyttöliittymät eivät myöskään (ainakaan toistaiseksi) mukaudu käyttöjärjestelmän natiiveihin teemoihin vaikka tuki teemoille pitäisi olla teoriassa täysin mahdollista toteuttaa.

3.2.3. Soveltamisesta

Eri lähestymistapoihin perustuvien työkalujen käyttöön liittyvien hyötyjen, ongelmien ja kompromissien ymmärtämisestä voi olla paljon hyötyä valittaessa käytettävää työkalua. Esimerkiksi Swingin käytön voi olettaa siirrettävyyden kannalta hyväksi ratkaisuksi, kun haluaa, että sovellus toimii sellaisenaan mahdollisimman monella alustalla ilman muutoksia ja mahdolliset pienet erot natiiviin ulkonäköön ja tuntumaan eivät ole ongelma. Mutta jos sovellukselle on olennaista, että käyttöliittymä on nopea ja

mahdollisimman lähelle samannäköinen kohdealustan muiden sovellusten kanssa ja voidaan ennakoida, että sovellusta ei välttämättä tarvitse siirtää koskaan monelle alustalle, voi SWT (Standard Widget Toolkit) työkalu olla suosiollisempi. Se tarvitsee aina alustalle asennettua natiivia koodia eikä siis ole siinä määrin alustariippumaton kuin Swing mutta vastapainoisesti se käyttää natiiveja komponentteja aina kun mahdollista, eikä komponenttien piirtäminen vaadi raskaampaa emulointiprosessia. Seurauksena tästä SWT:tä käyttävät sovellukset ovat tyypillisesti nopeampia ja näyttävät ja tuntuvat hyvin pitkälle natiivilta ja jopa tukevat työpöydän teemoja. Lisäksi, natiiveja komponentteja hyödyntävänakin SWT kykenee silti välttämään kohdassa 3.2.1. kuvaillun alustojen yhteisiin komponentteihin liittyvän ongelman, koska se pystyy emuloimaan alustasta puuttuvat komponentit [Marinilli, 2002].

3.3. Tuki mukautettujen komponenttien toteuttamiselle

Yksi keskeinen ero arkkitehtuurien välillä on siinä, kuinka ne tukevat mukautettujen komponenttien toteuttamista. Vaikka työkalu sisältäisi hyvinkin kattavan joukon käyttöliittymäkomponentteja, tarvitsee ohjelmoijan toisinaan toteuttaa täysin uusia komponentteja. Tämä on kuitenkin varsin ongelmallista, koska käyttöliittymät ovat nykyään varsin kehittyneitä ja ohjelmoijan tarvitsee täysin toimivan komponentin toteuttaakseen kirjoittaa komponentille sen piirtävän koodin lisäksi koodi, joka huolehtii tapahtumien käsittelystä, komponentin vetämisestä ja siirtämisestä, valitsemisesta ja niin eteenpäin. Näin suuren määrän toiminnallisuutta toteuttaminen on kaikkea muuta kuin triviaalia. Erään lähteen mukaan tehtävä on suorastaan pelottava [Bederson *et. al.*, 2000, s.171].

3.3.1. Perinteinen rakenne

Perinteinen (2D) GUI-työkalujen tapa toteuttaa käyttöliittymäkomponentit on jokseenkin ongelmallinen. Perinteisen rakenteen omaavissa GUI-työkaluissa on tyypillistä sijoittaa suuri määrä toimintaa suhteellisen pieneen määrään luokkia. Erityisesti komponenttien yhteiseen ylituokkaan toteutetaan usein hyvinkin paljon toiminnallisuutta. Esimerkiksi suhteellisen nuoren (ja modernin rakenteen omaavan) Swing-kirjaston komponenttien ylituokka JComponent sisältää yli 280 metodia [Bederson *et. al.*, 2000, s.171]. Bederson *et. al.* käyttävät tällaisesta rakenteesta termiä "monoliittinen" ja arvioivat sen merkittäväksi ongelmaksi kaksitulotteisten GUI-työkalujen kohdalla.

Rakenteen ongelma on siinä, että luokat, jotka sisältävät paljon toiminnallisuutta, kuten suuret yliluokat, ovat helposti hyvin monimutkaisia sekä vaikeita oppia ja luokkahierarkiaan sijoitetun toiminnallisuuden uudelleenkäyttäminen uusia komponentteja toteutettaessa on vaikeaa. Lisäksi ongelmallista on se, että toteutettavaan uuteen komponenttiin on sisällytettävä kaikki yliluokan sisältämä toiminnallisuus, eikä ole tapaa valita tai rajata perittävää toiminnallisuutta.

3.3.2. 'Polyliittinen' rakenne

Monoliittisen rakenteen ongelmat mielessään Bederson *et. al.* tutkivat mahdollisuutta soveltaa 3D GUI-työkalujen laajalti soveltamaa scene graph-tekniikkaa 2D GUI-työkalussa helpottamassa mukautettujen komponenttien toteuttamista ja toteuttivat tässä tarkoituksessa Jazz – työkalun. Työkalun rakenteen olennainen ero tavalliseen monoliittiseen rakenteeseen verrattaessa on koostumisen käyttö perinnän sijaan. Työkalun käyttö perustuu siihen, että käyttöliittymäkomponentteja laajennetaan koostumista käyttäen; komponentti yliluokan ilmentymään voidaan liittää muita, ominaisuuksia kuvaavia olioita, jotka ikään kuin '*koristelevat*' komponentin, kuten Gamman *et. al.* [1995] rakennetta kuvaavan decorator – suunnittelumallin nimikin viittaa. Jazz on toteutettu siten, että se sisältää ryhmä- ja lehtisolmuista koostuvan ajoaikaisen koostumishierarkian, jonka alimmalla tasolla visuaalista komponenttia edustaa mahdollisimman yksinkertainen lehtisolmuluokka. Tällaisen lehtisolmun päällä voi sitten olla lisäksi useampi solmu, jotka määrittelevät solmun ulkonäköä, esimerkiksi jos komponentin pitää näkyä valittuna, tai eri tavoin muotoillusti; siihen voidaan liittää tekstiä, komponentille voidaan antaa jokin muoto, kuva ja niin edelleen. Bederson *et. al.* [2000, s.171] kutsuvat esitetyn kaltaista rakennetta '*miniliittiseksi*', tai myöhemmin [Bederson *et. al.*, 2004] '*polyliittiseksi*' rakenteeksi.

Koostumiseen perinnän sijaan perustuvana tällainen polyliittinen rakenne tekee työkalun komponenteista ja koodista helpompia ylläpitää ja laajentaa. Lisäksi rakenne on hyödyllinen sen vuoksi, että mahdollisimman yksinkertaisia luokkia (esimerkiksi Jazzin solmujen yliluokka ZNode sisältää vain 60 metodia) sisältävänä työkalu hallitsee monimutkaisuutta kätevästi - työkalun luokat ovat helpommin ymmärrettäviä sekä helpommin opittavia. Käytännössä rakenne mahdollistaa sen, että toiminnallisuus on helppo siirtää mukautettuun komponenttiin; koska kaikki toiminnallisuus toteutetaan eristetysti omissa luokissa, se voidaan helposti uudelleenkäyttää muuallakin

vain sijoittamalla se komponentteihin joiden halutaan käyttäytyvän toiminnallisuuden määrittelemällä tavalla [Bederson *et. al.*, 2000]. Koska toiminnallisuus pitää 'sijoittaa' komponenttiin, hyödytään tästä myös siten, että kaikki toiminnallisuus voidaan yhtäläillä olla sijoittamatta; kuhunkin komponenttiin voidaan siis sijoittaa vain ja ainoastaan toiminnallisuus joka siihen halutaan kun taas perinteisessä luokkahierarkiassa ylikuokan perivä aliluokka sisältää kaiken ylikuokan toiminnallisuuden.

Bedersonin *et. al.* [2000] Jazz ei ole ainoa tällaista rakennetta hyödyntänyt 2D-työkalu. Vastaavaa rakennetta on käyttänyt lisäksi esimerkiksi InterViews [Linton *et. al.*, 1988a]. Sen suunnittelussa kaksi johtavaa tavoitetta olivat hyvin samanlaiset kuin Bedersonin *et. al.* Jazz-työkalussa. Mahdollistaa käyttöliittymän määrittelemisen olemassa olevia komponentteja käyttävää koostumista hyödyntäen, sekä tehdä uusien komponenttien periyttäminen jo olemassa olevista helpoksi [Linton *et. al.*, 1988a]. Erityisesti InterViewsin arkkitehtuurissa painotettiin myös nimenomaan yksinkertaisuutta, joka oli asetettu sen tärkeimmäksi tavoitteeksi. Työkalun luokista haluttiin tehdä ymmärrettäviä, suoraviivaisia toteuttaa ja käteviä laajentaa. Tärkeimpänä suunnitteluperusteena toteutetulle luokkahierarkialle mainittiin matala hierarkia. Suurin osa aliluokista oli tasolla 2 tai 3 ja matalinkin vain tasolla 5. Korkea hierarkia katsottiin monimutkaisuudessaan ja pienine luokkineen liian monimutkaiseksi ohjelmoijan ymmärtää. Näin ollen näyttää siltä, että polyliittiset työkalut tukevat mukautettujen komponenttien toteuttamista myös siten, että siitä on tehty mahdollisimman yksinkertaista. Perinteisten työkalujen kohdalla puoli ongelmaa on usein juuri monimutkaisten luokkahierarkian ja luokkien ymmärtämisessä.

Koostumista hyödyntävällä GUI-työkalulla on kuitenkin myös ongelmansa. Polyliittiset GUI-työkalut saattavat potentiaalisesti sisältää suuren joukon pieniä luokkia ja monoliittisen rakenteen omaavat järjestelmät ovat usein myös tutumpia suuremmalle joukolle ohjelmoijia [Bederson *et. al.*, 2004]. Suurimpana ongelmana Bederson *et. al.* [2004] kuitenkin pitävät polyliittisiin sovelluksiin liittyvää suurta koodin määrää; kaikki komponenttien sisältämä toiminnallisuus pitää eksplisiittisesti sijoittaa niihin ja tämä tekee komponenttien määrittelemisestä työlästä ja koodin määrä voi olla jopa kaksinkertainen monoliittisiin järjestelmiin nähden ja johtaa koodin monimutkaisuuteen.

Bederson *et. al.* [2004] toteuttivat myös vertailevan analyysin monoliittisen työkalun (Piccolo), polyliittisen työkalun (Jazzin) ja käsin toteutettujen ratkaisujen välillä verratakseen näiden eri lähestymistapojen soveltuvuutta

'rikkaan', mukautettuja komponentteja sisältävän käyttöliittymän toteuttamiseen. Tässä tarkoituksessa he toteuttivat kaikilla menetelmillä mukautettuja käyttöliittymäkomponentteja ja tutkivat eroja tehokkuudessa, muistinkulutuksessa ja koodin määrässä. Johtopäätös oli, että potentiaalistaan, paremmasta koodin ylläpidettävyydestä ja laajennettavuudesta sekä tuesta uusien komponenttien toteuttamiselle huolimatta Jazzin polyliittinen rakenne ei soveltunut yhtä hyvin sovellusohjelmointiin kuin monoliittinen rakenne.

Jazzin suurimmat ongelmat olivat siinä, että ohjelmointi todettiin hankalaksi ja suuri olioiden määrä johti suurempaan muistinkulutukseen. Myös Gamma *et. al.* [1995] analysoivat decorator – suunnittelumallin, johon työkalu pohjautuu, ongelmat hyvin samansuuntaisiksi. He havaitsivat rakenteen joustavaksi ja suuria yliluokkia välttäväksi mutta myös suuren joukon pikkuluokkia rasittamaksi [1995, s. 178].

Jazzin kohdalla polyliittinen rakenne ei kuitenkaan ollut huomattavasti hitaampi ja joustavana rakenteena sen havaittiin myös sopivan hyvin prototyyppien kehittämiseen.

3.3.3. Soveltamisesta

Arkkitehtuurin tuki uusien komponenttien toteuttamiselle on hyödyllistä kun käyttöliittymiin tullaan toteuttamaan täysin uusia komponentteja. Perinteinen, monoliittinen rakenne (termi jota Bederson *et. al.* [2000; 2004] käyttävät), ei tällaista tukea paljon tarjoa – toiminnallisuus on piilotettu monimutkaiseen luokkahierarkiaan, usein juuri suureen komponenttien yläluokkaan. Kaiken tarvittavan toiminnallisuuden siirtäminen uuteen komponenttiin perintää käyttäen on vaikeaa tai suorastaan mahdotonta ja lopulta ohjelmoijan tehtäväksi jää toteuttaa itse suuri määrä koodia. Polyliittinen rakenne tarjoaa paremman mahdollisuuden toteuttaa mukautettuja komponentteja mutta ei valitettavasti tiettyjen tehokkuusongelmien vuoksi suoraan sovellu kaikkien sovellusten toteuttamiseen vastaavasti kuin monoliittiset sovellukset (erityisesti kun olioiden määrä kasvaa suuremmaksi), mutta sen havaittiin soveltuvan mainiosti muun muassa prototyyppien kehittämiseen.

Jos ohjelmoinnilta vaadittava tehokkuus tai ohjelman muistivaatimukset pakottavat valitsemaan perintään perustuvan rakenteen omaavan työkalun, voi parhaiten uusien komponenttien toteuttamista tukevan työkalun pyrkiä tunnistamaan esimerkiksi tarkastelemalla työkalun luokkarakennetta hieman

samaan tyyliin kuin InterViewsin suunnittelussa. Jos luokkarakenne on matala ja on helppo hahmottaa mihin eri toiminnallisuus sijoittuu, on myös sen ymmärtäminen ja uudelleenkäyttäminen usein helpompaa. Yleisesti ottaen yksinkertaisuutta lienee oikeutettua pitää hyvänä lähtökohtana tässäkin asiassa, valitettavasti moni suuri GUI-sovelluskehys (ja sen luokkahierarkia) on kaikkea muuta.

Sinänsä jo paljon toiminnallisuutta sisältävä yläluokka tarjoaa hyvän lähtökohdan - se jo suoraan tarjoaa paljon uudelleenkäytettävää toiminnallisuutta, mutta lopulta perintää hyödyntävät työkalut eivät yksinkertaisesti tunnu tarjoavan helppoa tapaa kaiken sen toiminnallisuuden uudelleenkäyttämiseksi, jota täysin toimivan uuden komponentin toteuttaminen vaatii - kaikella todennäköisyydellä ohjelmoitavaa jää perintää käyttävää työkalua käytettäessä enemmän tai vähemmän, usein enemmän.

3.4. Työkalun suorituskyky

Myös suorituskyky on toisinaan tärkeä näkökohta työkalua valittaessa. Sovelluksen tehokkuuden ja muistinkulutuksen painoarvo on suuri erityisesti pienillä kannettavilla päätelaitteilla kuten kämmentietokoneilla ja matkapuhelimilla mutta usein myös tavallisten tietokoneiden ja sen käyttöliittymien kohdalla. Ilman tietokoneen suorittamaa näkyvää toimintaa aika, jonka kuluttua käyttäjä menettää tuntemuksen, että tietokone vastaa välittömästi käyttäjän suorittaman toiminnon jälkeen, on n. 0.1 sekuntia [Nielsen, 1994]. Tämä tarkoittaa sitä, että jo ihmisen silmissä pienetkin hidastelut vaikuttavat suoraan sovelluksen käyttäjystävällisyyteen. Jo tämän vuoksi reaktiivisuus on monelle interaktiiviselle sovellukselle tärkeä tekijä erityisesti käyttöliittymän kohdalla. Itse sovelluksen ei toki tarvitse aina toimia niin nopeasti; pidemmän yhtämittaisen suorituksen ajan voidaan näyttää kuinka monta prosenttia vielä on jäljellä suorituksesta, mutta käyttöliittymän jähmettyminen hetkeksikin on usein välittömästi ongelmallista. GUI-työkalulta odotetaan usein kykyä vastata tapahtumiin hyvin pienellä viiveellä ja erot työkalujen välillä tulevat tässä hyvin konkreettisella tavalla esiin.

GUI-työkalun suorituskykyyn vaikuttavat monet asiat, kuten työkalun rakenne, työkalun soveltama alustariippumattomuus, sekä tapa jolla sitä on toteutettu. Usein onkin niin, että näennäisesti hyvään työkalun piirteeseen saattaa liittyä kompromissi tehokkuuden tai muistinkulutuksen suhteen. Työkalun arkkitehtuuri saattaa olla kaikin puolin kehittynyt ja kypsä mutta

korkea abstraktiotaso saattaa johtaa siihen, että tietyt asiat tapahtuvat liian hitaasti.

Kohdassa 3.2. käsitelty tuki alustariippumattomuudelle on toinen esimerkki. Siirrettävyys on tärkeää monelle sovellukselle ja usein olisi mukavaa, jos sovellus olisi siirrettävä vaikka ihan vain varmuuden vuoksi. Käytännössä siirrettävyys näyttää kuitenkin väkisinkin johtavan, toteutustavasta riippuen enemmän tai vähemmän, myös ohjelman suoritusnopeuden hidastumiseen [Guthrie, 1995].

Howell *et. al.* [2003] tutkivat kahden Javalla toteutetun GUI-työkalun, Swing ja Thinlet, ajoaikaista suorituskykyä. Howellin *et. al.* havaintojen mukaan jälkimmäinen oli tehokkaampi vaihtoehto käyttöliittymän toteutukseen kun sovelluksen käyttöliittymä oli yksinkertaisempi ja Swing puolestaan silloin, kun käyttöliittymä oli monimutkaisempi ja siihen liittyi huomattavasti vaativampia muokkaustoimia. Howell *et. al.* eivät tarkemmin analysoi mitkä tekijät tehokkuuteen työkalujen kohdalla vaikuttavat, mutta arvioivat jo tekemässään korkeamman tason vertailussa, että työkalujen välillä oleva suuri kokoero ja Thinletin suunnittelussa painotettu mahdollisimman pieni muistijälki näkyisivät erona muistinkulutuksessa. Toteutetun vertailun tulokset näyttivät tukevan tätä oletusta. Howellin *et. al.* tutkimuksessa pienempi ja kevyempi työkalu soveltui paremmin yksinkertaisempien käyttöliittymien toteuttamiseen, suurempi ja raskaampi työkalu monimutkaisempien käyttöliittymien toteuttamiseen ja vaikka tällaista yksittäistä irrallista havaintoa ei tietenkään sovi liiaksi yleistää, vaikuttaisi havainto ainakin vastaavan loogista ajattelua. Kiistaton havainto sen sijaan on se, että tietyssä tilanteessa paras vaihtoehto ei taaskaan ole sitä kaikissa tapauksissa. Myös Howell *et. al.* toteavat, että oikean työkalun valinta riippuu lopulta toteutettavasta sovelluksesta ja tavasta, jolla se käyttöliittymää hyödyntää.

Swing – kirjasto on kuitenkin yksi niistä, jonka tehokkuus ja nopeus on usein kyseenalaistettu. Syiksi kirjaston hitaudelle on ajateltu muun muassa Swingin korkeata abstraktiotasoa sekä sitä, että kaikkien Swing sovelluksen emuloimien käyttöliittymäobjektien varaamien resurssien vapauttamisesta vastaa Javan automaattinen roskienkeruu, mikä ei aina ole tehokasta [Marinilli, 2002]. Kilpailevan SWT – kirjaston käyttämien natiivien käyttöliittymäobjektien, ja niiden varaamien resurssien, vapauttaminen jää ohjelman kirjoittajan tehtäväksi [MacLeod and Northover, 2001]. Resurssien vapauttaminen tarkoittaa ohjelmoijalle lisätyötä ja on virhealtista mutta mahdollistaa tehokkaamman resurssien hyödyntämisen ja parantaa

mahdollisuuksia kontrolloida ja tarkkailla resurssien vapauttamista [Marinilli, 2002]. Kun huomioidaan myös muut natiivien käyttöliittymäkomponenttien käytöstä tehokkuudessa saatavat hyödyt, saattaakin olla niin, että SWT on näistä kahdesta parempi vaihtoehto kun kyseessä on nopeutta vaativa sovellus. Esimerkiksi eclipse Java-sovelluskehitysympäristö (engl. integrated development environment, IDE) on toteutettu SWT:tä käyttäen.

3.5. Työkalun sisältämien komponenttien määrä

Työkalut eroavat myös siinä, kuinka paljon erilaisia komponentteja työkalu sisältää. Suuresta joukosta komponentteja on potentiaalisesti hyötyä erityisesti sen vuoksi, ettei työkalun käyttäjän tällöin tarvitse itse toteuttaa (tai hankkia muualta) puuttuvaa komponenttia.

Tyypillisesti kaikki työkalut sisältävät hyvin samankaltaisen joukon perinteisiä komponentteja, joita tarvitaan hyvin suuressa osassa sovelluksia, kuten painikkeita, valikkoja, tekstikenttiä ja niin edelleen mutta osa työkaluista saattaa sisältää lisäksi suurenkin joukon muita valmiita komponentteja. Tämä työkalun sisältämien komponenttien lukumäärä riippuu usein työkalun siirrettävyydestä. Täysin yhdelle käyttöjärjestelmälle kohdennettu työkalu sisältää usein kaikki ne natiivit käyttöliittymäkomponentit, jotka kohdekäyttöjärjestelmäänkin sisältää. Alustariippumattomien työkalujen kohdalla korostuu tapa jolla alustariippumattomuutta on toteutettu; kerroksittaiset työkalut sisältävät vain kohdekäyttöjärjestelmien sisältämien käyttöliittymäkomponenttijoukkojen leikkauksen (katso kohta 3.2.1.) kun taas emulointia hyödyntävät työkalut voivat sisältää kaikki kohdekäyttöjärjestelmien eri komponentit (katso kohta 3.2.2.) ja jopa enemmänkin. Esimerkiksi Swing sisältää perinteisten käyttöliittymäkomponenttien lisäksi monia kehittyneitä komponentteja kuten värien valitsemiseen tai puiden käsittelyyn tarkoitettuja komponentteja.

Tässä valossa Swingin kaltaisen emulointia hyödyntävän työkalun valinta on todennäköisesti paras vaihtoehto, kun voidaan ennakoida, että toteutettavat käyttöliittymät tulevat sisältämään kehittyneitä käyttöliittymäkomponentteja ja toisaalta, kerroksittaisen työkalun käyttö vähiten kannattavaa, koska se ei välttämättä sisällä edes kaikkia kohdekäyttöjärjestelmän komponentteja. Lopulta asia kuitenkin ratkeaa vain tarkastelemalla mitä komponentteja työkalu sisältää. Itse asiassa edes jonkin hyödyllisen komponentin puuttuminen ei välttämättä ole ongelmallista, jos

komponentti on mahdollista hankkia muualta, mahdollisesti vaikkapa avoimena lähdekoodina.

4. Yhteenveto

Tässä tutkielmassa päädytään siihen tulokseen, että oikean työkalun valitsemisen kannalta olennaisimpia seikkoja ovat ennen kaikkea kaksi asiaa. Se, että kulloinkin soveltuvin työkalu ei ole sitä aina - toteuttavien käyttöliittymien asettamat vaatimukset lopulta määrittelevät mikä työkalu kulloinkin soveltuu parhaiten - sekä ymmärrys siitä, että eri työkalujen hyviinkin piirteisiin näyttää useimmiten liittyvän jokin kompromissi.

Hyvä lähtökohta työkalun valinnassa vaikuttaisi olevan paneutuminen toteutettavien käyttöliittymien vaatimuksiin. Swingin käyttö voi tarjota sovellukselle siirrettävyyttä mutta jos on selvää, että sovellusta tullaan käyttämään vain yhdellä alustalla, vaikkapa Windowsissa, ja sovelluksen menestyksen kannalta tärkeämpää on sen käyttäjäystävällisyys, olisi todennäköisesti helppoa toteuttaa tehokkaampi, nopeampi, täysin alustan muiden sovellusten kanssa yhteensopiva, lopulta onnistuneempi käyttöliittymä käyttämällä MFC:tä. Tämä esimerkki hahmottaa hyvin myös useisiin piirteisiin liittyviä kompromisseja; harva hyvä ominaisuus (tässä Swingin alustariippumattomuus) tulee ilmaiseksi. Kuten olen moneen kertaan esittänyt, monella lähtökohtaisesti hyvällä ominaisuudella on myös hintansa.

Selkeältä johtopäätökseltä näyttää myös se, että tietyssä tapauksessa paras työkalu ei ole sitä aina. Toisaalta itsestään selvää on myös se, että uuden, varsinkaan suuremman kokoluokan työkalun käytön opetteleminen ei ole mahdollista jokaista uutta projektia varten. Usein onkin todennäköisesti tarpeen pyrkiä analysoimaan yleisimmät ja tärkeimmät vaatimukset joita toteutettavat käyttöliittymät asettavat ja pyrkiä valitsemaan sellainen työkalu joka niitä parhaiten vastaa.

5. Viiteluettelo

- [Argollo and Olguín, 1997] Miguel Argollo Jr. and Carlos José Maria Olguín, Graphical user interface portability, *CrossTalk, The Journal of Defense Software Engineering*. **2** (Feb 1997)
- [Bederson, Grosjean and Meyer, 2000] Benjamin B. Bederson, Jesse Grosjean and Jon Meyer, Jazz: an extensible zoomable user interface graphics toolkit in Java, In: *Proc. of the 13th annual ACM symposium on User interface software and technology*, 171-180.
- [Bederson, Grosjean and Meyer, 2004] Benjamin B. Bederson, Jesse Grosjean and Jon Meyer, Toolkit design for interactive structured graphics, *IEEE transactions on software engineering*. **30**, 8 (Aug 2004)
- [Fayad and Schmidt, 1997] Mohamed Fayad and Douglas C. Schmidt, Object-oriented application frameworks. *Communications of the ACM*. **40**, 10 (Oct 1997), 32-38.
- [Gamma *et. al.*, 1995] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson and John Vlissides, *Design Patterns: Elements of Object-Oriented Software*. Addison-Wesley, 1995.
- [Guthrie, 1995] Wade Guthrie, An overview of portable GUI software. *ACM SIGCHI bulletin*, **27**, 1 (Jan 1995), 55-69.
- [Howell *et. al.*, 2003] Cristopher J. Howell, Gregory M. Kapfhammer and Robert S. Roos, An examination of the run-time performance of GUI creation frameworks. In: *Proc. of the 2nd international conference on Principles and practice of programming in Java*, 171-176.
- [Johnson, 1997b] Ralph E. Johnson, Frameworks = (components + patterns). *Communications of the ACM*, **40**, 10 (Oct 1997), 39-42.
- [Linton *et. al.*, 1988a] Mark A. Linton, Paul A. Calder and John M. Vlissides, InterViews: A C++ Graphical Interface Toolkit, <ftp://reports.stanford.edu/pub/cstr/reports/csl/tr/88/358/CSL-TR-88-358.pdf>, (18.2.2004).
- [Marinilli, 2002] Mauro Marinilli, Swing and SWT: A Tale of Two Java GUI Libraries. <http://www.developer.com/java/other/article.php/2179061> (22.4.2005)
- [MacLeod and Northover, 2001] Carolyn MacLeod and Steve Northover, SWT: The Standard Widget Toolkit – Part 2. <http://www.eclipse.org/articles/swt-design-2/swt-design-2.html> (22.4.2005)

- [Myers, 1995b] Brad A. Myers, User interface software tools, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 2, 1 (Mar 1995)
- [Myers and Rosson, 1992] Brad A. Myers, Survey on user interface programming, In: *Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 195-202.
- [Myers, Hudson and Pausch, 2000] Brad A. Myers, Scott E. Hudson and Randy Pausch, Past, present, and future of user interface software tools, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7, 1 (Mar 2000)
- [Nielsen, 1994] Jakob Nielsen, *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, 1994.
- [Ritchie, 2002] Simon Ritchie, SWT – The Standard Widget Toolkit. <http://www.tucson-jug.org/presentations/SWT.pdf> (14.3.2005)
- [Tenenber, 2003] Josh Tenenber, A framework approach to teaching data structures. In: *Proc. of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer Science Education*, 210-214.
- [Valerio, 2003] Andrea Valerio, Special issue on the effects of frameworks and patterns on software reuse. *ACM SIGAPP Applied Computing Review*, 5, 2 (1997), 2-3.

Chatit ryhmän keskustelun välineenä

Ilona Lindfors

Tiivistelmä

Chat-ohjelmat ovat erittäin suosittuja ja niiden käyttö on levinnyt myös työpaikoille. Perinteisissä chat-ohjelmissä on kuitenkin ongelmia, jotka häiritsevät keskustelun kulkua. Tässä tutkielmassa tarkastellaan sitä, millaisia ongelmia chateissa on. Tutkielmassa käsitellään myös sitä, millä tavoin chat-ohjelmia käytetään työelämässä ja sitä, mitä etuja chateilla on verrattuna muihin kommunikaatiovälineisiin. Lisäksi esitellään eri tutkijoiden kehittämiä chat-ohjelmia, joiden tarkoituksena on ollut korjata joitakin perinteisten chat-ohjelmien puutteista. Tutkielmassa arvioidaan myös sitä, miten näiden esiteltyjen ohjelmien ominaisuudet toimisivat työympäristössä chat-ohjelmia käytettäessä.

Avainsanat ja -sanonnat: chat, verkkojuttelu, ryhmäohjelmat, työelämä

CR-luokat: H.5.3

1. Johdanto

Tekstipohjaisia chat-ohjelmia on ollut käytössä 1980-luvun lopulta asti, mutta niiden ominaisuudet eivät ole juurikaan kehittyneet sitten alkuaikojen. Kun chat keksittiin, olivat tekstipohjaiset käyttöliittymät normi eikä tekniikka mahdollistanut graafisia käyttöliittymiä [Viégas and Donath, 1999]. Tekstipohjaiset chatit ovat edelleen yleisiä, mihin Viégasin ja Donathin mukaan syinä voivat olla sekä se, että ihmiset ovat tottuneita tietyn tyyppisiin käyttöliittymiin sekä toisaalta vaihtoehtojen puute. Tekstipohjaisissa chateissa käytävissä keskusteluissa on kuitenkin havaittu olevan monenlaisia keskustelun kulkua häiritseviä tekijöitä. Näistä ongelmista huolimatta chatit ovat suosittuja, ja niiden käyttö on levinnyt myös työpaikoille.

Aluksi esittelen lyhyesti chat-ohjelmien tyypillisiä ominaisuuksia. Seuraavaksi esittelen perinteisten chat-ohjelmien käytössä havaittuja ongelmia. Tämän jälkeen tarkastelen suullisen ja kirjallisen viestinnän eroja sekä sitä, miten chat-keskustelu sijoittuu näiden kahden suhteen.

Seuraavaksi kuvailen chatien käyttöä työympäristössä ja tarkastelen myös sitä, mitä etuja chat-ohjelmien käytössä on verrattuna muihin kommunikaatiovälineisiin. Lopuksi esittelen eri tutkijoiden kehittämiä chat-ohjelmia, joiden avulla on pyritty ratkaisemaan chatien käytössä esiintyviä ongelmia sekä sitä, miten näiden ongelmien ratkaiseminen on onnistunut.

Lisäksi tarkastelen sitä, mitkä näistä ominaisuuksista olisivat hyödyllisiä, kun chat-ohjelmia käytetään työympäristössä.

2. Chatit ja niiden käytössä esiintyvät ongelmat

Tässä luvussa esittelen lyhyesti chat-ohjelmien perusominaisuuksia. Tämän jälkeen tarkastelen sitä, millaisia ongelmia chat-ohjelmien käytössä on havaittu. Lopuksi esittelen suullisen ja kirjallisen viestinnän eroja ja tarkastelen chat-keskustelujen sijoittumista näiden suhteen.

2.1. Chat-ohjelmista yleisesti

Chateilla tarkoitetaan tässä tutkielmassa ohjelmia, jotka mahdollistavat reaaliaikaisen keskustelun verkon kautta. Tavallisesti chatin käyttöliittymä koostuu kolmesta osasta: tekstinsyöttökentästä, käyttäjälistasta sekä viestihistoriasta. Viestihistoriassa näkyvät chat-keskusteluun lähetetyt viestit aikajärjestyksessä. Chat-keskusteluun saapuvalla keskustelijalle tästä viestihistoriasta esitetään yleensä vain muutama saapumista edeltävä keskusteluvuoro.

Tässä tutkielmassa en käsittele *suoraviestintäohjelmia* (instant messaging programs), vaikka ne muistuttavatkin usein melko paljon chat-ohjelmia. Suoraviestintäohjelmia käytetään kuitenkin usein vain kahden henkilön välillä kun taas chateissa osallistujia on tavallisesti enemmän. Jotkut suoraviestintäohjelmat kuten Microsoftin Messenger mahdollistavat kuitenkin useammankin henkilön väliset keskustelut. Näiden monen osallistujan keskustelujen muodostaminen edellyttää kuitenkin, että joku henkilö kutsuu keskustelijat samaan keskusteluun, kun taas chat-ohjelmissa keskusteluihin liittyminen ei edellytä kutsumista.

2.2. Chat-ohjelmien ongelmia

Erityisesti tekstipohjaisten chat-ohjelmien ongelmia on kuvattu monissa tutkimuksissa. Smith ja muut [2000] ovat esitelleet kuusi tekstipohjaisille chateille tyypillistä ongelmaa. Ensinnäkin heidän mukaansa chat-ohjelmissa on usein vaikea erottaa keskustelijat toisistaan. Tämä ongelma yleensä pahenee sitä mukaa, mitä enemmän keskustelijoita chatissa on paikalla. Toiseksi keskustelun sujuvuuden kannalta on ongelmallista se, että kuuntelijat ovat näkymättömissä eikä heidän reaktioistaan saa suoraa palautetta. Tämä vaikeuttaa esimerkiksi *vuorottelua* (turn-taking). Keskustelijoiden läsnäoloon liittyen ongelmana on myös se, että monissa chat-ohjelmissa ei ole mahdollista nähdä sitä, ketkä keskustelijoista ovat aktiivisia [Vronay et al., 1999]. Joissakin chat-ohjelmissa on kyllä mahdollista tarkastella käyttäjäkohtaisesti sitä, miten pitkä aika on kulunut siitä, kun kyseinen käyttäjä on viimeksi ollut aktiivinen.

Yleiskuvan saaminen keskustelijoiden aktiivisuudesta on kuitenkin tätä kautta melko kömpelöä.

Kolmantena ongelmana Smith ja muut [2000] pitävät sitä, että chateissa keskusteluvuoro tulee näkyviin vasta käyttäjän lähettäessä sen esimerkiksi 'Enter'-painiketta painamalla. Vaikka joissakin ohjelmissa viestit välittyvät vastaanottajille kirjain kirjaimelta, suurimmassa osassa ohjelmia näin ei kuitenkaan ole. Tämä voi aiheuttaa ongelmia esimerkiksi, jos joku keskustelun osanottajista on hidas kirjoittaja. Tällöin muut voivat helposti tulkita vastauksen viipymisen siten, että kyseinen henkilö ei ole läsnä keskustelussa. Lisäksi ongelmia aiheuttaa se, että ihmiset eivät yleensä malta odottaa vastauksen saamista, vaan alkavat jo kirjoittaa uutta viestiä, mikä voi puolestaan aiheuttaa sekaannusta, jos tämä uusi viesti aloittaa jo uuden keskustelunaiheen, ja näin ollen hitaan kirjoittajan vastauksesta saattaa tulla monitulkintainen.

Neljänneksi ongelmaksiksi Smith ja muut [2000] näkevät sen, että käyttäjiltä puuttuu mahdollisuus viestin paikan määrittelyyn, sillä viestien järjestys määräytyy vain niiden lähetysajan perusteella, mikä saattaa aiheuttaa sen, että esimerkiksi kysymys-vastaus -parit joutuvat toisistaan erilleen. Tämä puolestaan hankaloittaa keskustelun seuraamista. Vaikka viestit olisivat ajallisesti oikeassa järjestyksessä, voi ongelmana olla, että se kenelle viesti on tarkoitettu ei ole selvää, mikä saattaa aiheuttaa monitulkintaisuuksia [Vronay et al., 1999]. Monesti keskustelijat kirjoittavat viestin alkuun vastaanottajan nimen tai joissakin chat-ohjelmissa nimen voi valita pudotusvalikosta. Nämä kummatkin tavat ovat kuitenkin melko kömpelöitä ja hidastavat keskusteluun osallistumista.

Viides ongelma puolestaan on Smithin ja muiden [2000] mukaan hyödyllisten keskustelutallenteiden puute. Chateissa käytäviä keskusteluja on mahdollista tallentaa, mutta näiden tallenteiden lukeminen jälkikäteen on hankalaa. Historian käyttö saatetaan kokea vaikeaksi myös keskustelun aikana ja usein kysymykset esitetäänkin ennemmin uudestaan kuin selataan viestihistoriaa taaksepäin [Vronay et al., 1999]. Kun keskusteluun osallistuu suuri joukko ihmisiä on ongelmana myös se, että historia häviää näkyvistä nopeasti, kun viestejä lähetetään lyhyessä ajassa paljon.

Kuudentena ongelmana Smith ja muut [2000] esittävät, että chateissa ei ole sosiaalista kontekstia, sillä ne pysyvät muuttumattomina huolimatta niissä tapahtuvasta sosiaalisesta toiminnasta. Esimerkiksi keskustelun seuraaminen vaatii syventymistä eikä perifeerisen tietoisuuden ylläpito ole helppoa. Lisäksi chatiin saapuvan keskustelijan on usein vaikea hahmottaa konteksti ja päästä mukaan meneillä olevaan keskusteluun, sillä keskusteluhistoriaa esitetään

saapuvalla käyttäjälle yleensä vain muutaman kommentin verran [Vronay et al., 1999].

Tekstipohjaisten chat-ohjelmien lisäksi on olemassa chateja, joissa on hyödynnetty *hahmoja* (avatars). Hahmo on yleensä pieni kuvake, jonka käyttäjä voi valita chat-keskusteluun liittyessään. Hahmot eivät kuitenkaan poista tekstipohjaisten chat-ohjelmien ongelmia, sillä näissäkin järjestelmissä usein itse keskustelu käydään tekstipohjaisena [Viégas and Donath, 1999]. Lisäksi Viégas ja Donath huomauttavat, että hahmot eivät tarjoa tietoa keskustelijoiden aktiivisuudesta eikä todellisesta läsnäolosta, sillä hahmo pysyy näkyvissä muuttumattomana siitä hetkestä, kun chatiin kirjaudutaan, eikä siitä välity sosiaalisia vihjeitä käyttäjän toiminnasta.

2.3. Suullisen ja kirjallisen viestinnän eroja

Voida ja muut [2002] ovat tarkastelleet kirjallisen ja suullisen viestinnän eroja. Suullisen ja kirjallisen viestinnän käytännöt ovat hyvin erilaiset. Ensinnäkin suullinen viestintä on luonteeltaan samanaikaista kun taas kirjoitettu viestintä on eriaikaista. Kirjallisesta viestinnästä jää aina tallenne käydystä keskustelusta toisinkuin suullisesta viestinnästä. Kun keskustelu käydään suullisesti, on osallistujan keskittyttävä siihen jatkuvasti, kun taas kirjalliseen viestintään voidaan osallistua silloin kun se keskustelijalle sopii. Suullisessa viestinnässä tilannekonteksti on havaittavissa jaetun äänen ja tilan kautta kun taas kirjallisessa viestinnässä konteksti saadaan näkyviin vain ilmaisemalla se tekstissä eksplisiittisesti. Suullisessa ja kirjallisessa viestinnässä on eroja myös siinä, miten saatavilla olosta viestitään. Suullisessa viestinnässä saatavilla olo ilmaistaan ensisijaisesti kehonkielen avulla ja keskustelun aloittaminen on aloittajan vallassa. Kirjallisessa viestinnässä saatavilla olo ei Voidan ja muiden [2002] mukaan ole niin tärkeässä asemassa, koska viestintä aloitetaan silloin, kun siihen on mahdollisuus. Kirjallisessa viestinnässä valta keskustelun aloittamisesta on vastaanottajalla.

Voida ja muut [2002] ovat tarkastelleet suoraviestintäohjelmissä käytyjä keskusteluja, ja tulleet siihen tulokseen, että keskusteluissa on piirteitä sekä suullisesta että kirjallisesta viestinnästä. Tämä sama huomio pätee varmastikin myös chat-keskusteluihin, sillä keskustelu suoraviestintäohjelmien kautta on samantyyppistä kuin keskustelu chateissa. Esimerkiksi käytävät keskustelut ovat luonteeltaan usein epämuodollisia ja keskustelijat eivät muokkaa viestejään niin tarkasti kuin kirjoitetussa viestinnässä yleensä. Lisäksi keskustelu voi olla synkronista kuten verbaalinen kommunikaatio tai sitten keskustelua voidaan käydä asynkronisesti kuten kirjallinen viestintä yleensä tapahtuu. Myös chat-keskustelun vuorottelussa on eroja sekä kirjalliseen että suulliseen kommunikointiin verrattuna. Keskustelussa ei vaihdeta mitään

konkreettisia asioita, jotka ilmaisevat vuoron vaihtumisen kuten kirjallisessa viestinnässä, esimerkiksi sähköpostiviesti. Vuorottelu ei kuitenkaan toimi myöskään samalla tavalla kuin suullisessa kommunikaatiossa, jossa kuuntelijat voivat havaita vihjeitä vuoron vaihtumisesta puheesta sekä puhujan elekielestä. [Voids et al., 2002]

O'Neill ja Martin [2003] ovat tutkineet sitä, miten keskustelijat selviävät aiheenvaihdoista ja vuorottelusta keskusteluissa, joissa on useampia keskustelusäikeitä. Heidän tutkimuksensa tuloksena oli, että useat rinnakkaiset keskustelusäikeet eivät näyttäneet aiheuttavan keskustelijoille kovin suuria ongelmia. Keskustelijat olivat kuitenkin tietoisia rinnakkaisten säikeiden mahdollisuudesta aiheuttaa väärinymmärryksiä ja käyttivät näitä myös huumorinlähteinä. O'Neillin ja Martinin mukaan syynä siihen, miksi ihmiset kykenevät hallitsemaan rinnakkaiset keskustelusäikeet, on se, että vain valmiit kommentit tulevat näkyviin. Tämä aiheuttaa sen, että kommenttien välillä voi olla melko pitkäkin tauko, toisinkuin kasvotusten käytävissä keskusteluissa, joissa kommentit seuraavat toisiaan ilman taukoja tai vain minimaalisin tauoin. Lisäksi kirjoitetut kommentit ovat luonteeltaan pysyviä ja niitä voidaan lukea tarvittaessa uudelleen.

Chat-keskustelussa useiden keskustelusäikeiden rinnakkaisuus aiheuttaa sen, että keskusteluvuorojen sarjallinen järjestys rikkoutuu helposti. Vaikka vierekkäiset vuorot eivät ole sarjallisesti toisiinsa liittyviä, ovat chatin keskusteluvuorot kuitenkin peräkkäisessä järjestyksessä. Tällä O'Neill ja Martin tarkoittavat sitä, että esimerkiksi vastaus tulee kysymyksen jälkeen. Tämä peräkkäisyys keskustelusäikeiden sisällä auttaa keskustelijoita hahmottamaan monia säikeitä sisältävää keskustelua. Tätä järjestystä ylläpidettiin O'Neillin ja Martinin tarkastelemissa chat-keskusteluissa esimerkiksi siten, että kysymyksiin vastattiin useampaa vuoroa käyttäen ja toisaalta samassa keskusteluvuorossa ei vastattu useampaan keskustelusäikeeseen, vaan kuhunkin säikeeseen vastattiin erillisellä vuorolla.

O'Neillin ja Martinin [2003] mukaan kasvotusten käytävissä keskusteluissa aiheenvaihdokset hoidetaan usein käyttämällä sanontoja kuten 'muuten' tai '... ja toinen asia'. Näin puhuja tekee selväksi aiheenvaihdon mutta samalla säilyttää yhteyden aiempaan vuoroon. Toinen tapa tehdä aiheenvaihdos on ottaa aiemman vuoron jokin ei-keskeinen tema puheenaiheeksi. O'Neillin ja Martinin mukaan chateissa keskustelijat aloittavat uusia keskustelusäikeitä silloin kuin haluavat, mitä ei yleensä tapahdu muodollisissa kasvotusten käytävissä keskusteluissa. Chat-keskustelussa osallistujat voivat yrittää pitää keskustelun tietyssä aiheessa lähettämällä nopeasti lyhyen viestin, jolla he ilmaisevat, että haluavat keskustella edellisen vuoron aiheesta. O'Neill ja Martin vertaavatkin tällaista chat-keskustelua kaveriporukan kasvotusten

käymään keskusteluun, jossa osa ryhmästä voi välillä keskustella muutaman hengen porukoissa ja välillä taas keskustelua käydään koko ryhmän kesken.

O'Neill ja Martin [2003] pitävät yhtenä chat-keskustelujen ongelmana sitä, että keskustelukäytännöt eivät ole vielä vakiintuneet niin kuin kasvotusten käytävissä keskusteluissa. Tämä aiheuttaa sen, että chat-keskusteluissa tarvitsee usein aluksi sopia niistä käytännöistä, joita keskustelussa on tarkoitus noudattaa.

3. Chatit työelämässä

Työelämässä on nykyään tavallista, että ryhmän jäsenet työskentelevät eri paikkakunnilla, ja näin tarvitsevat erilaisia välineitä yhteydenpitoon. Handelin ja Herbslebin [2002] mukaan synkronisen viestinnän, kuten chatien, etuna on se, että sen epämuodollinen luonne mahdollistaa monentyyppisen kommunikoinnin. Chat-ohjelmat mahdollistavat myös asynkronisen viestinnän, sillä viestihistoriaa pääsee selaamaan taaksepäin, mikäli hetkeen ei ole ollut mahdollista seurata keskustelua. Lisäksi chatit voivat toimia siten, että niiden kautta voidaan havaita jonkun henkilön olevan paikalla, minkä jälkeen tähän henkilöön voidaan ottaa yhteyttä joko chatin kautta tai jollakin muulla tapaa kuten puhelimitse.

Handel ja Herbsleb [2002] tutkivat chat-ohjelmien käyttöä työympäristössä. Tutkimuksessaan he tarkastelivat, kuinka maantieteellisesti hajallaan olevat ryhmät käyttivät chat-ohjelmaa. Tutkimusjakso kesti 17 kuukautta. Tutkimuksessa Handel ja Herbsleb halusivat selvittää muun muassa, mistä aiheista chateissa keskusteltiin. Selvittääkseen keskustelujen sisältöjä Handel ja Herbsleb luokittelivat viestit seuraaviin luokkiin: saatavilla olo, työhön liittymättömät aiheet, työhön liittyvät aiheet, tervehtiminen, huumori sekä muut. Suurin osa keskustelusta, 69 prosenttia viesteistä, oli työhön liittyvää. Lisäksi myös keskusteluissa esiintynyt huumori oli useimmiten työhön liittyvää. Saatavilla olosta neuvotteluun kuului 13 prosenttia viesteistä. Työhön liittymättömiä viestejä oli suhteellisen vähän, vain 3 prosenttia. Tervehtimiseen liittyvien viestien osuus puolestaan oli 7 prosenttia. Herjaviestejä eikä edes selkeitä vihanilmauksia ei viestien joukossa ollut lainkaan. Kaiken kaikkiaan Handelin ja Herbslebin tutkimus osoitti, että suurin osa chateissa käydystä keskustelusta liittyy työasioihin tai projektien ja tapaamisten koordinointiin.

Handelin ja Herbslebin [2002] mukaan chat-ohjelmat eroavat suoraviestintäohjelmista siinä, että ne ovat suhteellisen julkisia. Yksityisissä suoraviestintäohjelmissa saattaakin olla suurempi kiusaus juoruiluun ja herjaviestien lähettämiseen. Handelin ja Herbslebin tutkimuksessa muutamat käyttäjät, joille suoraviestintäohjelmat olivat tuttuja, pitivät chat-ohjelmia vähemmän häiritsevänä. Suoraviestintäohjelmissa esiin ponnahtelevat

keskusteluikkunat vetävät huomion puoleensa heti ja käyttäjät saattavat tuntea, että heidän on vastattava viestiin välittömästi. Suoraviestintäohjelmat voidaankin helposti kokea työntekoa häiritsevinä. Chatit ovat Handelin ja Herbslebin mukaan erilaisia, sillä kun osa viesteistä on tarkoitettu koko ryhmälle tai jollekin muulle sen jäsenelle, ei käyttäjällä ole tarvetta käydä jatkuvasti katsomassa uusia viestejä, jos hänellä on jokin toinen tehtävä kesken.

Chat-ohjelmat mahdollistavat epämuodolliset kohtaamiset, jotka ovat tyypillisiä työympäristössä. Esimerkiksi samassa rakennuksessa työskentelevät kollegat voivat tavata toisensa sattumalta vaikkapa käytävällä ja keskustella työhön liittyvistä asioista. Chat voi tarjota samankaltaisen paikan, jossa fyysisesti eri paikoissa olevat kollegat voivat tavata.

Muihin kommunikointivälineisiin verrattuna chateilla on omat etunsa. Esimerkiksi puhelimen käyttäminen voi olla hankalaa sellaisissa tapauksissa, jossa ryhmänjäsenet ovat eri aikavyöhykkeillä. Sähköposti puolestaan ei ole kovin käytännöllinen tapa keskustella asioista monen henkilön kesken, jos esimerkiksi mielipide käsiteltävään asiaan on saatava nopeasti useammalta henkilöltä. Lisäksi sähköpostikeskustelut ovat usein muodollisempia kuin chat-keskustelut. Erilaisiin videoneuvottelujärjestelmiin verrattuna chat-ohjelmat tarjoavat paljon yksinkertaisemman ja monesti täysin riittävän tavan hoitaa esimerkiksi ryhmän neuvottelut. Lantzin [2001] tekemä pienimuotoinen tutkimus, jossa vertailtiin chatin kautta käytävää keskustelua kasvotusten käytävään keskusteluun, puolestaan näytti, että chat lisäisi ryhmien keskittymistä tehtäväänsä. Tämä selittyy sillä, että chat ei tue niin hyvin sosiaalista keskustelua, jolloin keskustelu pysyy paremmin vain työasioissa.

4. Uudenlaiset chatit ja niiden mahdollisuudet

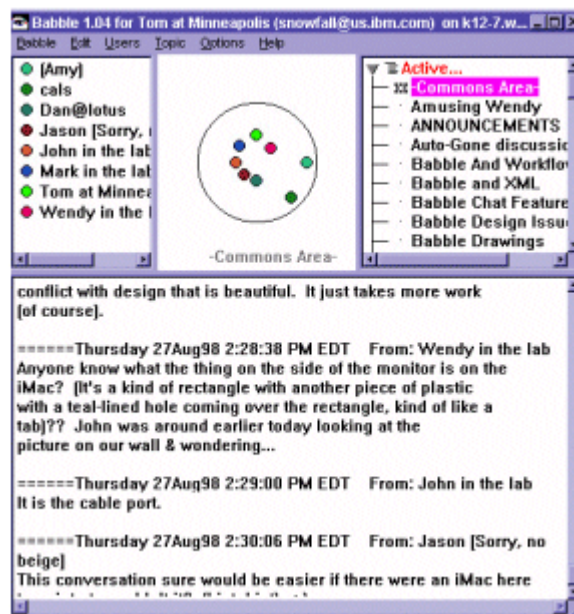
Tässä luvussa tarkastelen sitä, millaisia chat-ohjelmia tutkijat ovat kehitelleet ratkaisuksi perinteisten chatien ongelmiin. Lisäksi arvioin sitä, miten nämä esitellyt ohjelmat toimivat työympäristössä käytävän keskustelun välineenä.

4.1. Babble

Erickson ja muut [1999] ovat kehittäneet Babble-nimisen keskustelujärjestelmän. Babblen käyttöliittymä jakautuu neljään osaan: käyttäjälistaan, *sosiaaliseen edustajaan* (social proxy), huonelistaukseen, sekä tekstialueeseen (Kuva 1). Toisin kuin yleensä chat-ohjelmissa Babblessa keskusteluhistoria on luonteeltaan pysyvä. Tämä helpottaa chatiin saapuvaa keskustelijaa pääsemään selville siitä, mitä keskustelussa on tapahtunut ja mikä on keskustelun aiheena. Lisäksi tämä mahdollistaa asynkronisen keskustelun, esimerkiksi esitettyyn kysymykseen voidaan vastata myöhemmin, vaikka

kysymyksen esityshetkellä kukaan ei olisikaan aktiivisesti mukana keskustelussa.

Tämän asynkronisen keskustelun mahdollistavan ominaisuuden ohella Babble tarjoaa sosiaalisia vihjeitä myös synkronisen keskustelun tueksi. Erickson ja muut [1999] ovat liittäneet Babbleen sosiaalisen edustajan, joka antaa tietoa keskustelijoiden läsnäolosta ja aktiivisuudesta. Sosiaalinen edustaja on pieni graafinen ympyränmallinen esitys chatista. Osallistujat on esitetty siten, että jokaista keskustelijaa vastaa eri värinen pallo (Kuva 1.). Pallo siirtyy kohti ympyrän keskustaa, kun keskustelija on aktiivinen keskustelussa. Tämä aktiivisuus voi olla joko viestien lähettämistä keskusteluun tai muiden käymän keskustelun kuuntelemista. Kuunteluaktiivisuutta Babblessa mitataan klikkausten ja hiiren liikkeiden avulla. Kun keskustelija ei ole aktiivinen, alkaa hänen pallonsa siirtyä poispäin keskustasta. Keskustelusta poistuminen puolestaan näkyy siten, että poistuneen keskustelijan pallo on keskustelua kuvaavan ympyrän ulkopuolella. Sosiaalinen edustus auttaa siis havaitsemaan ryhmän koon, keskusteluaktiivisuuden sekä sen ketkä tulevat ja menevät.

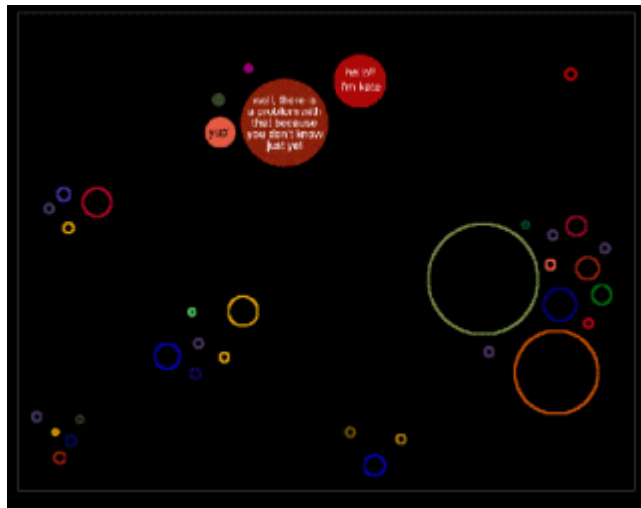


Kuva 1. Babble [Erickson et al., 1999].

Erickson ja muut [1999] raportoivat oman työryhmänsä kokemuksia Babblen käytöstä. Heidän kokemuksensa mukaan sosiaalinen edustaja edesauttoi keskustelujen aloittamista, sillä käyttäjät huomasivat helposti pallojen liikkeet ja saivat näin vihjeitä siitä, ketkä ovat paikalla ja voisivat olla valmiita keskustelemaan. Babble tuki myös hieman yllättävälläkin tavalla ryhmätietoisuutta. Kävi nimittäin ilmi, että pysyviä keskusteluja seuraamalla ryhmän jäsenet saattoivat saada tietoa siitä, mitä muut ryhmän jäsenet olivat tekemässä ja missä vaiheessa heidän työnsä olivat. [Erickson et al., 1999]

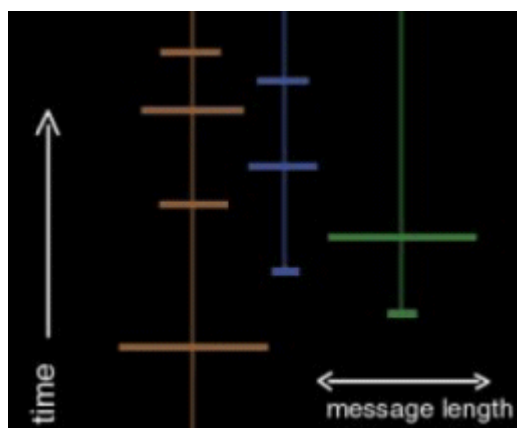
4.2. Chat Circles

Viégas ja Donath [1999] ovat kehittäneet Chat Circles nimisen chat-ohjelman (Kuva 2). Chat Circles esittää jokaisen keskustelijan värillisenä ympyränä, jonka värin käyttäjä saa sisään kirjautuessaan valita. Käyttäjien tunnistamista helpottaa myös se, että käyttäjän nimi esitetään ympyrän yhteydessä. Käyttöliittymä on suunniteltu siten, että tiettyyn keskusteluun osallistuvien keskustelijoiden on oltava toisiaan lähellä, sillä tekstit näkyvät vain tietyn kantomatkan päähän. Kauempana olevien keskustelijoiden ympyrät kasvavat, mutta niiden tekstisisältö ei näy, joten keskusteluaktiivisuuden havaitseminen on kuitenkin mahdollista. Keskustelijoiden aktiivisuus on myös helppo havaita, sillä kun keskustelija lähettää viestin, kasvaa hänen ympyränsä sen kokoiseksi että lähetetty teksti mahtuu sen sisälle. Kun keskustelija on hiljaa, kutistuu hänen ympyränsä takaisin pieneksi. Lisäksi käyttäjän ympyrä on kirkas, kun hän on aktiivinen, ja haalistuu hänen ollessaan hiljaa.



Kuva 2. Chat Circles [Viégas and Donath, 1999].

Chat Circles tarjoaa myös historianäkymän keskusteluun. Tämä ei kuitenkaan ole sellainen perättäisistä tekstiriveistä muodostunut listaus kuin chateissa yleensä. Historia koostuu erivärisistä vertikaalisista aikaa kuvaavista linjoista (Kuva 3). Värit kuvaavat eri keskustelijoita kuten keskustelukäyttöliittymässäkin. Horisontaaliset viivat puolestaan kuvaavat keskustelupuheenvuoroja, joiden sisällön pääsee näkemään viemällä hiiren osoittimen viivan päälle. Näiden puheenvuoroja kuvaavien viivojen pituus kertoo sen, miten pitkä kyseinen puheenvuoro on ollut. Lisäksi historianäkymässä ne puheenvuorot, jotka ovat keskustelijan kuuntelukantomatkan päässä, näkyvät kiinteinä palkkeina kun taas kantomatkan ulkopuolella olevista puheenvuoropalkkeista näkyy vain ääriviivat.



Kuva 3. Chat Circles - historianäkymä [Viégas and Donath, 1999].

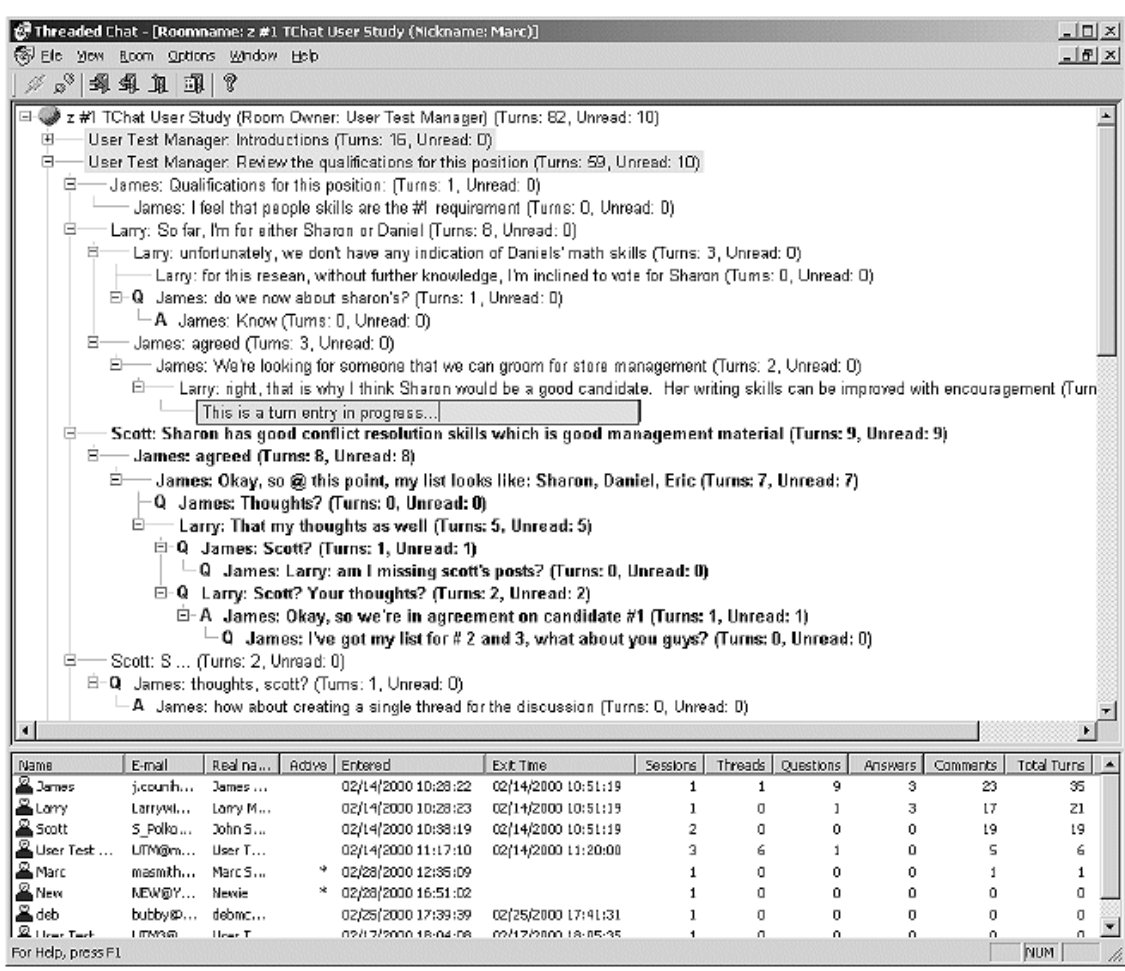
Donath ja Viégas [2002] kehittivät Chat Circlesia vielä eteenpäin ja lisäsivät tähän toiseen versioon uusia ominaisuuksia. Yksi lisätty ominaisuus on mahdollisuus lisätä kuvia, jotka näkyvät keskustelualueen taustalla. Näiden kuvien tarkoituksena on luoda keskusteluille konteksti. Lisäksi tässä versiossa käyttäjien toimista jää näkyviin jälkiä, jotka häviävät ajan myötä. Koska Chat Circlesissa näkyy kerrallaan vain osa koko keskustelualueesta, lisäsivät Donath ja Viégas [2002] myös pienen yleiskartan koko alueesta tähän ohjelman uuteen versioon. Tämän kartan avulla käyttäjät voivat nähdä, missä muut keskustelijat ovat.

Chat Circles pyrkii tarjoamaan tietoa käyttäjien läsnäolosta ja aktiivisuudesta. Tässä se onnistuukin hyvin, mutta tässä chatissa on myös ongelmansa. Esimerkiksi keskustelupuheenvuorot häviävät näkyvistä melko nopeasti, ja keskustelun seuraaminen edellyttääkin jatkuvaa läsnäoloa. Keskusteluhistoria on toki tarjolla, mutta koska se on erillisenä näkymänä, ei sen selaaminen keskustelun aikana onnistu kovin helposti, ja jos historiaa menee tarkastelemaan, menettää taas uusia puheenvuoroja meneillään olevasta keskustelusta. Ongelmia voi aiheuttaa myös se, että Chat Circles ei tarjoa sellaista historianäkymää, jossa kaikki puheenvuorot olisi nähtävissä yhdellä kertaa. Historianäkymässä kommentit voi nähdä kerrallaan vain suhteellisen lyhyeltä ajanjaksolta, ja näin ollen keskustelun kokonaisuuden hahmottaminen ei välttämättä onnistu.

4.3. Säie-chat

Smithin ja muiden [2000] kehittämä *säie-chat* (threaded chat) pyrkii tarjoamaan ratkaisuja perinteisten chat-ohjelmien ongelmiin. Säie-chatissa keskusteluvuorot on järjestetty säikeittäin siten että vastaukset liittyvät suoraan niihin viesteihin, joihin ne on tarkoitettu vastaukseksi (Kuva 4). Lisäksi vuorot, jotka on sijoitettu väärään kohtaan, voidaan raahaamalla siirtää oikealle paikalleen. Keskusteluvuoroja on myös mahdollista muokata ja poistaa. Ennen

viestin kirjoittamista keskustelijan on valittava se keskusteluvuoro, johon hän haluaa vastata. Tämän jälkeen kyseiseen kohtaan ilmestyy viestille paikkaa varaamaan teksti "Viestiä kirjoitetaan". Lähetetty viesti ilmestyy aluksi näkyviin lihavoidulla kirjasintyyllillä. Ajan myötä viestien fontin väri haalenee harmaaksi, jolloin tuoreet viestit erottuvat joukosta paremmin. Tämä on välttämätöntä, sillä tavallisista chateista poiketen viestit eivät ole aikajärjestyksessä, vaan uusia viestejä voi ilmestyä mihin tahansa säikeeseen. Lisäksi vuoro muuttuu ei-lihavoiduksi, kun käyttäjä klikkaa sitä, vastaa siihen tai vie cursorin sen päälle nuolinäppäimillä.



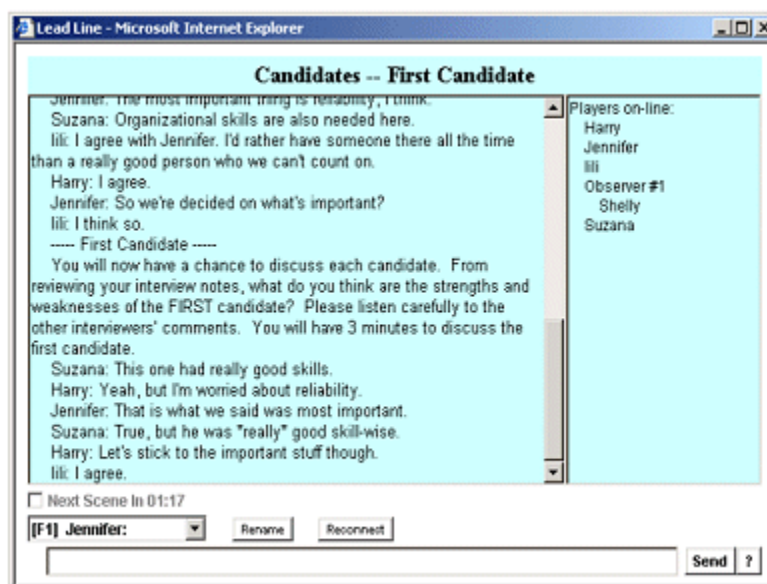
Kuva 4. Säie-chat [Smith et al., 2000].

Smith ja muut [2000] testasivat säie-chatin ominaisuuksien toimivuutta käyttäjätestin avulla. Käyttäjien tuli suorittaa annettu tehtävä 3-4 henkilön ryhmissä. Käyttäjille kerrottiin, että he ovat saman yrityksen työntekijöitä ja heidän tehtävänä on listata kolme aiemmin haastateltua työnhakijaa paremmuusjärjestykseen. Aikaa tämän tehtävän suorittamiseen heille annettiin 20 minuuttia. Ryhmät suorittivat tämän tehtävän kolmella erilaisella chat-ohjelmalla. Näistä yksi oli tavallinen chat, toinen oli säie-chat ja kolmas kohdassa 4.4. tarkemmin esiteltävä Lead Line. Kukin käyttäjä sai erilaiset tiedot

haastatelluista, joten päätöksenteko vaati tietojen vaihtoa ja neuvottelua. Käyttäjiltä kysyttiin kunkin ohjelman käytön jälkeen mielipiteitä käytetystä chat-ohjelmasta. Säie-chat sai melko negatiivisia arvioita. Käyttäjät pitivät ongelmallisena sitä, että uusia kommentteja voi ilmestyä keskustelupuussa mihin tahansa kohtaan, eikä voi keskittyä seuraamaan jotakin tiettyä kohtaa niin kuin perinteisissä chat-ohjelmissa. Kaikki palaute ei kuitenkaan ollut negatiivista, vaan käyttäjät kokivat säie-chatin keskusteluhistorian esityksen hyödylliseksi tehtävän kannalta. Käyttäjät olivat myös sitä mieltä, että säie-chat tukee päätöksentekoprosessia tavallista chatia paremmin. [Smith et al., 2000]

4.4. Lead Line

Farnham ja muut [2000] ovat kehittäneet Lead Line -nimisen sovelluksen. Lead Linen käyttöliittymä ei eroa perinteisistä chateista (Kuva 5). Lead Line eroaa kuitenkin tavallisista chateista siten, että siihen voidaan ohjelmoida skriptejä, joiden avulla keskustelun kulkua voidaan ennalta määritellä. Farnham ja muut tutkivat sitä, miten Lead Line auttaa ryhmää suorittamaan päätöksentekotehtävän. Tämä tehtävä oli sama kuin edellisessä kohdassa esitellyssä säie-chatin testissä, eli ryhmän oli päätettävä, kuka kolmesta haastatellusta työnhakijasta valitaan. Tutkimuksessa Lead Linea verrattiin tavalliseen chat-ohjelmaan. Lead Linessä keskustelu oli jäsennelty siten, että keskustelu oli jaettu kuuteen osaan ja jokaisen osan aluksi skripti tulosti ryhmälle ohjeet siitä, mistä heidän tulisi kyseisessä osuudessa keskustella. Nämä ohjeet tulostuivat keskusteluhistoriaan. Jokainen osuus oli myös ajastettu, ja keskustelijoille näytettiin, paljonko aikaa kyseisen osuuden läpiviemiseen oli vielä jäljellä.

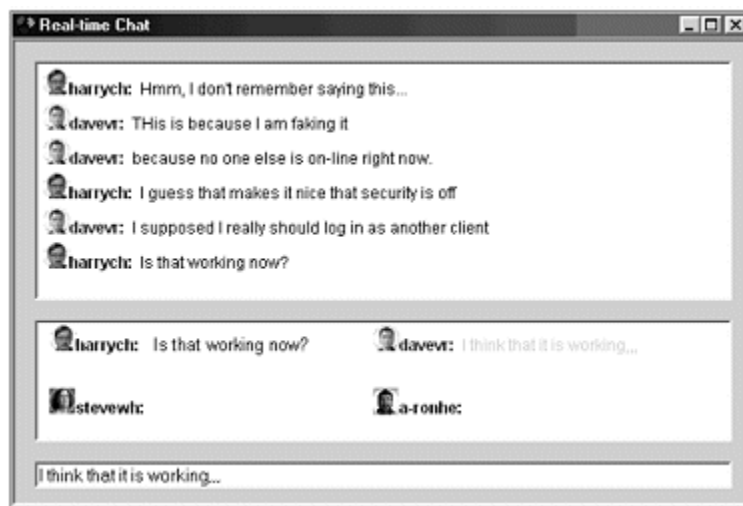


Kuva 5. Lead Line [Farnham et al., 2000].

Farnhamin ja muiden [2000] tekemät käyttäjätestit osoittivat, että jäsennelty chat auttoi keskustelijoita pääsemään yksimielisyyteen siitä, kenet palkattaisiin. Käyttäjien haastatteluista kävi ilmi, että jäsenneltyä chatia ei pidetty erityisesti hyödyllisempänä kuin perinteistä chatia, mutta toisaalta perinteisessä chatissa käyty keskustelu koettiin sekavampana. Monet käyttäjät kokivat jäsennellyn chatin tarjoamat ohjeet hyödyllisinä. Muutamat keskusteluihin osallistuneet kokivat aikarajoitukset häiritsevinä ja pitivät enemmän tavallisen chatin tarjoamasta vapaudesta.

4.5. Tilaesitys ja virtaesitys

Vronay ja muut [1999] ovat kehittäneet vaihtoehtoisia chat-käyttöliittymiä. He suunnittelivat chatin, jossa läsnä olevien keskustelijoiden tila esitetään näppäimistön käyttöaktiivisuuden perusteella (Kuva 6). Tämä *tilaesitys* (status client) tarjoaa kolmentyyppistä tietoa. Ensinnäkin käyttäjän viimeksi lähettämä viesti näkyy hänen nimensä vieressä. Toiseksi, kun käyttäjä alkaa kirjoittaa uutta viestiä, ilmestyy se saman tien käyttäjän nimen viereen. Kolmantena ominaisuutena on se, että edellä mainitut nimen viereen ilmestyvät viestit haalistuvat 10 sekunnin kuluessa.

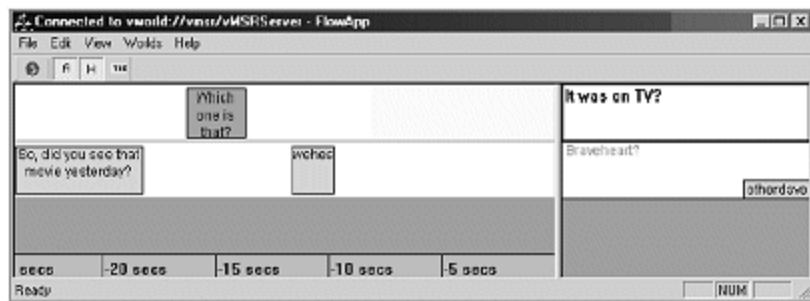


Kuva 6. Tilaesitys [Vronay et al., 1999].

Vronay ja muut suorittivat pienimuotoisen testin, jossa kaksi viidestä jäsenestä koostuvaa ryhmää keskusteli käyttäen tilaesityksen sisältävää chatia. Useimmat käyttäjät pitivät tilaesitystä tavallista käyttöliittymää parempana. Monet käyttäjät pitivät siitä, että näkivät muiden ihmisten kirjoittavan viestejä. He kuitenkin pitivät kiusallisena sitä, että heidän oma kirjoitustaitonsa oli muiden nähtävissä. Lisäksi suurin osa käyttäjistä keskittyi seuraamaan vain tilaesitystä, eivätkä he kiinnittäneet juurikaan huomiota tekstihistoriaan.

Yhtenä tilaesityksen selvänä ongelmana on Vronayn ja muiden mukaan se, että viestien aikajärjestys ei näy historianäkymässä. Esimerkiksi viestiä

kirjoittaessaan käyttäjä voi nähdä jonkun toisen aloittavan viestin kirjoittamisen hänen jälkeensä, mutta tämä toinen voi ehtiä lähettämään viestinsä ensimmäisenä. Vronay ja muut päätyivätkin suunnittelemaan käyttöliittymän, jossa keskustelu esitetään vasemmalta oikealle etenevänä virtana (flow). Käyttöliittymä suunniteltiin useamman iteraatiokierroksen kautta. Lopullinen käyttöliittymä koostuu kahdesta osasta: vasemmalla olevasta historiaesityksestä ja oikealla olevasta tilaesityksestä (Kuva 7). Historiaesityksessä viestit esitetään siten, että kunkin kirjoittajan viestit tulevat omalle rivilleen ja viestin sijainti määräytyy siten, että viestilaatikon vasen reuna on siinä kohdassa, jolloin viestiä alettiin kirjoittaa ja oikea reuna siinä kohdassa, milloin viesti lähetettiin. Käyttäjät kirjoittavat viestinsä suoraan tilaesitykseen, joten erillistä tekstinsyöttökenttää ei tässä käyttöliittymässä ole. Kun käyttäjä alkaa kirjoittaa viestiä, ilmestyy teksti näkyviin reaaliaikaisesti. Viesti on esitetty sinisellä, kunnes se lähetetään, jolloin väri muuttuu mustaksi. Jos käyttäjä kesken kirjoittamisen pitää taukoa, alkaa viestin väri haalistua.



Kuva 7. Virtaesitys [Vronay et al., 1999].

Vronayn ja muiden [1999] suorittamat käyttäjätestit osoittivat, että vertikaalinen vierittäminen tuntui käyttäjistä hankalalta, eivätkä he pitäneet siten historian esitystavasta. Kuitenkin testin tulokset osoittivat, että käyttäjät tarkastelivat historiaa useammin kuin tavallisessa chatissa ja myös asioiden toistamiseen käytettyjen viestien määrä väheni. Käyttäjät kokivat, että viestit hävisivät näkyvistä liian nopeasti [Vronay et al., 1999]. Tämä saattaa osittain selittää sitä, miksi viestihistoriaa käytettiin tavallista useammin.

Edellä esitellyissä käyttöliittymissä käyttäjän aktiivisuus on hyvin näkyvissä, kun heidän kirjoittamansa teksti välittyy muille läsnäolijoille sitä mukaa kuin sitä kirjoitetaan. Tämänkaltaisen tieto poistaa sitä turhautumista, mikä ihmisille usein chat-keskustelussa tulee, kun he eivät tiedä, onko kukaan esimerkiksi vastaamassa heidän kysymykseensä. Lisäksi tämä saattaa nopeuttaa keskustelunkulkua, kun ihmiset voivat jo aloittaa vaikkapa vastauksen kirjoittamisen ennen kuin kysymys on kokonaisuudessaan lähetetty keskusteluun. Ongelmana tämänkaltaisessa käyttöliittymässä on se, että ihmiset voivat kokea epämiellyttävänä sen, että heidän tekstinsä välittyy muille

sitä mukaa kuin he sitä kirjoittavat kuten Vronayn ja muiden [1999] suorittamat testitkin osoittivat. Yhtenä ratkaisuna voisi olla se, että näytetään vain tieto siitä, että viestiä kirjoitetaan, mutta ei itse viestiä ennen kuin se on valmis. Tällainen ominaisuus onkin toteutettu jo esimerkiksi joissakin suoraviestintäohjelmissa kuten Messengerissä. Tässä ratkaisu ei kuitenkaan toimi samalla tavalla keskustelua nopeuttavana tekijänä, sillä viestit tulevat tavallisen chat-ohjelman tapaan näkyviin vasta, kun ne on lähetetty.

4.6. Arviointia esiteltyjen ohjelmien toimivuudesta työympäristössä

Edellä on esitelty monenlaisia chat-ohjelmia, joiden tarkoituksena on ollut ratkaista perinteisten chatien ongelmia. Työympäristössä chat-ohjelmia voidaan käyttää hyvin erilaisiin tarkoituksiin. Chatia käyttävän ryhmän tehtävänä voi esimerkiksi olla jostakin asiasta päättäminen, jolloin keskustelu voi olla luonteeltaan hyvinkin muodollinen. Tällaisessa tilanteessa Lead Linen tarjoama jäsennelty chat voi tukea tehtävän suorittamista ja myös säie-juttulinja voi olla hyvinkin hyödyllinen, kun ennalta tiedetään, että keskustelussa käsitellään tiettyjä asioita. Myös kokouksen läpivieminen tällaisten ohjelmien kautta voisi toimia.

Jos taas työryhmän tarkoituksena on aivoriihen kautta tuottaa ideoita, niin nämä jäsennellyt chatit voivat olla hyvinkin kömpelöitä. Vapaamman keskustelun välineenä voisi toimia hyvin esimerkiksi jokin keskusteluaktiivisuudesta vihjeitä tarjoava chat.

Chat-ohjelmaa voidaan myös käyttää jossakin ryhmässä, joka työskentelee jonkin projektin parissa. Tällöin chatia voidaan käyttää pidemmän ajanjakson kuluessa erilaiseen yhteydenpitoon. Projektityölle on usein tyypillistä, että välillä työtä tehdään tiiviisti yhdessä ja välillä erillään. Tällaisessa tapauksessa esimerkiksi Babblen tarjoama pysyvä keskusteluhistoria voisi toimia hyvin, sillä tämä mahdollistaisi keskustelun tarvittaessa asynkronisesti ja samalla keskusteluhistoria toimisi myös projektin historiana, jota voisi käydä tarvittaessa tutkimassa myöhemminkin.

Esitellyistä ohjelmista yksikään ei ratkaise kaikkia chateihin liittyviä ongelmia. Chat-ohjelman toimivuus riippuukin paljon siitä tilanteesta, missä sitä halutaan käyttää. Monet esitellyistä ratkaisuista voisivat olla hyvinkin toimivia. Kuitenkaan nämä esiteltyt mallit eivät ole levinneet yleisesti käyttöön, vaan useimmat yleisesti käytössä olevat chat-ohjelmat ovat aivan perinteisiä tekstipohjaisia chateja. Tulevaisuudessa toimiva chat-ohjelma voisikin olla sellainen, jossa käyttäjät voisivat valita kulloiseenkin käyttötilanteeseen sopivan version tai ominaisuudet.

5. Lopuksi

Työelämässä on nykyään jo melko tavallista, että töitä tehdään projektiryhmissä, joiden jäsenet voivat fyysisesti sijaita eri paikkakunnilla tai jopa eri valtioissa. Tämänkaltaisissa tilanteissa ryhmät tarvitsevat välineitä yhteydenpitoon. Chat-ohjelmat ovat yksi varteenotettava vaihtoehto, sillä ne ovat suhteellisen helposti saatavilla ja ovat muutoinkin esimerkiksi videoneuvottelujärjestelmiä huomattavasti kevyempiä käyttää. Lisäksi ne sopivat hyvin sekä muodollisemman että epämuodollisemman kommunikoinnin välineeksi.

Perinteisissä chat-ohjelmissa on monia keskustelunkulkua vaikeuttavia ongelmia. Tutkijat ovat kehitelleet monenlaisia chat-versioita, jotka voisivat poistaa näitä keskustelua häiritseviä tekijöitä. Nämä tutkimuksissa kehitetyt ohjelmat tarjoavat hyviä ideoita siihen, millaiset ominaisuudet voisivat poistaa ainakin osan keskustelua häiritsevistä asioista. Esitellyt tutkimukset myös osoittivat, että käyttäjät suhtautuivat pääasiallisesti positiivisesti uudensuunniteltuihin käyttöliittymiin, joskin esimerkiksi vertikaalinen vierittäminen koettiin outona. Nämä tutkimuksissa hyödyllisiksi havaitut ominaisuudet eivät näytä ainakaan vielä levinneen laajempaan käyttöön. Toki näissä tutkimuksissa kehitellyissä chat-ohjelmissa on omat ongelmansa. Kuitenkin esimerkiksi keskusteluaktiivisuuden esittäminen sosiaalisen edustuksen [Erickson et al., 1999] tai tilaesityksen [Vronay et al., 1999] kautta muille keskustelijoille parantaisi varmasti keskustelun kulkua monissa tilanteissa.

Tulevaisuuden chat-ohjelma voisikin olla sellainen, joka antaisi käyttäjälle mahdollisuuden valita erilaisten käyttöliittymistä kulloiseenkin tilanteeseen sopivimman, esimerkiksi säie-chat tai skriptien avulla ohjattu jäsennelty chat. Tämänkaltaisen valinnanmahdollisuus olisi tärkeä, koska erityisesti työympäristössä chat-ohjelmia voidaan käyttää sekä muodollisen että epämuodollisen keskustelun välineenä, jolloin vaatimukset käytettävän chat-ohjelman ominaisuuksien suhteen ovat hyvinkin erilaiset.

Lähteet

- [Donath and Viegas, 2002] Judith Donath and Fernanda B. Viégas, The chat circles series: explorations in designing abstract graphical communication interfaces. *Proceedings of the conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*, 359-369.
- [Erickson et al., 1999] Thomas Erickson, David N. Smith, Wendy A. Kellogg, Mark Laff, John T. Richards and Erin Bradner, Socially translucent systems: social proxies, persistent conversation, and the design of "babble". *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: the CHI is the limit*, 72-79.

- [Farnham et al., 2000] Shelly Farnham, Harry R. Chesley, Debbie E. McGhee, Reena Kawal and Jennifer Landau, Structured online interactions: improving the decision-making of small discussion groups. *Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 299-308.
- [Handel and Herbsleb, 2002] Mark Handel, James D. Herbsleb What is chat doing in the workplace? *Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 1-10.
- [Lantz, 2001] Ann Lantz, Meetings in a distributed group of experts comparing face-to-face, chat and collaborative virtual environments. *Behaviour & Information Technology*, 20, 2 (March 2001), 111-118.
- [O'Neill and Martin, 2003] Jacki O'Neill and David Martin, Text chat in action. *Proceedings of the 2003 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work*, 40-49.
- [Smith et al., 2000] Marc Smith, J. J. Cadiz and Byron Burkhalter, Conversation trees and threaded chats. *Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 97-105.
- [Viégas and Donath, 1999] Fernanda B. Viégas, Judith S. Donath, Chat circles. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: the CHI is the limit*, 9-16.
- [Voids et al., 2002] Amy Voids, Wendy C. Newstetter and Elizabeth D. Mynatt, When conventions collide: the tensions of instant messaging attributed. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Changing our world, changing ourselves*, 187-194.
- [Vronay et al., 1999] David Vronay, Marc Smith and Steven Drucker, Alternative interfaces for chat. *Proceedings of the 12th annual ACM symposium on User interface software and technology*, 19-26.

Viestinnän mahdollisuudet ja ongelmat pikaviestinkeskustelussa

Anna Lindholm

Tiivistelmä

Pikaviestin on erittäin suosittu kommunikointiväline. Sitä käytetään monenlaisiin tehtäviin sekä hivi- että hyötykäytössä. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan pikaviestimen tyypillisiä piirteitä ja käyttötarkoituksia sekä verrataan sen mahdollistamaa kommunikaatiota kasvotusten tapahtuvan viestinnän kanssa. Sekä pikaviestimellä että kasvokkaskontaktilla näyttäisi olevan omat viestinnälliset vahvuutensa. Pikaviestimen vahvuuksia ovat paikkaan sitoutumattomuus sekä käyttäjän suurempi vapaus intensiiviseen kasvokkaskontaktiin verrattuna. Kasvotusten tapahtuvan kommunikoinnin ehdoton vahvuus puolestaan on nonverbaalin viestinnän luoma rikkaus.

Avainsanat ja -sanonnat: pikaviestin, pikaviestintä, instant messaging (IM), viestintä, tietokonevälitteinen kommunikointi

1. Johdanto

Tietokoneella käytettävät pikaviestinsovellukset (engl. IM, instant messenger) ovat saavuttaneet suuren suosion Internetin yleistymisen myötä. Esimerkiksi pikaviestinmarkkinajohtaja Microsoftin MSN Messengeriä käyttää tällä hetkellä noin 178 miljoonaa rekisteröitynyttä käyttäjää [Tietoviikko, 2005a]. Ohjelmia käytetään paitsi vapaamuotoiseen seurusteluun tuttujen kanssa, myös sisäiseen viestintään yrityksissä. Molemmissa käyttötavoissa edullinen ja nopea pikaviestiminen on vallannut jalansijaa muilta viestintäkanavilta kuten puhelimelta, sähköpostilta ja kasvotusten tapahtuvalta kanssakäymiseltä.

Eräiden tutkimustulosten mukaan pikaviestiminen lisää kommunikoinnin määrää osapuolten kesken ja synnyttää näin vahvempia ja läheisempiä toveruussuhteita [Nachbaur, 2003; Hu *et al.*, 2004]. Huimasta suosioistaan huolimatta ilmiöllä on kuitenkin myös arvostelijansa, jotka pelkäävät pikaviestimisen vieroittavan ihmisiä aidosta ja lämminhenkisestä kasvotusten tapahtuvasta vuorovaikutustilanteesta. Erityisesti nuorten kohdalla on käyty huolestunutta keskustelua syrjäytymisvaarasta, jolle liiallinen tietokoneella vietetty aika saattaa altistaa. Vaikka pikaviestiohjelmien välityksellä keskustellaankin toisen ihmisen kanssa, on pohdittu, missä määrin tällainen vuorovaikutus vastaa reaali maailman sosiaalisia kontakteja.

Seuraavassa tutkimuksessa on pyritty tarkastelemaan sekä pikaviestimisen viestinnällisiä mahdollisuuksia että sen rajoituksia. Lähtökohtana vertailulle on aito kasvotusten tapahtuva vuorovaikutus. Ottamatta kantaa pikaviestinnän aiheuttamien sosiaalisten seurausten positiivisuuteen tai negatiivisuuteen, tarkoituksena on ollut selvittää kahden eri viestintäkanavan oleellisia eroja. Pikaviestinten viestintämahdollisuuksien ja -ongelmien tarkastelussa pääpaino on tekstipohjaisella viestimisellä, johtuen kahdesta seikasta: Ensinnäkin, aiempi pikaviestintutkimus käsittelee pitkälti tätä kommunikointimuotoa, ja toisaalta se on edelleenkin yleisin pikaviestimisen tapa.

2. Viestintä kasvokkaiskontaktissa

Seuraavassa kappaleessa on kerrottu, mistä kasvokkain tapahtuva viestintä koostuu. Tarkastelun kohteena on sanallinen ja sanaton viestintä, jotka yhdessä vaikuttavat viestin sisältöön ja sen tulkintaan kasvotusten tapahtuvassa kommunikoinnissa.

2.1. Sanallinen viestintä

Sanallinen eli verbaali viestintä jakautuu puhuttuun ja kirjalliseen viestintään, joista ensiksi mainittu on läsnä kommunikoitaessa kasvotusten. Sanojen merkitysten ymmärtäminen sekä ihmisten verbaalinen ilmaisukyky vaihtelee, minkä vuoksi vastaanottajan ja lähettäjän tulkinta sanomasta voi olla hyvinkin erilainen. Kasvokkaiskontaktissa ihmisen kokonaisviestinnästä ainoastaan 20-30% tapahtuu sanojen välityksellä [Klemi, 1988].

2.2. Sanaton viestintä

Sanaton eli nonverbaali viestintä jatkaa siitä, mihin verbaali jää: 70-80% kasvotusten tapahtuvasta viestinnästä on kehonkielen, ilmiön ja etäisyys/reviirikäyttäytymisen tuomaa oheisviestintää [Klemi, 1988]. Sanattoman viestinnän todella suuri merkitys on täten kiistaton ihmistenvälisessä kohtaamisessa.

Burgoon et al. [1996] jakavat nonverbaalin viestinnän visuaalisiin ja auditiviisiin koodeihin, kontaktikoodeihin sekä paikkaan ja aikaan liittyviin koodeihin. Visuaaliset ja auditiiviset koodit viittaavat näön ja kuulon kautta aistittaviin seikkoihin. Näitä koodeja ovat fyysinen olemus sekä kinesiiikka eli ilmeet, eleet ja kehonliikkeet. Kontaktikoodeilla tarkoitetaan haptiikkaa eli kosketusta ja proksemiikkaa eli tilankäyttöä. Aikaan ja paikkaan liittyviä koodeja ovat ympäristö, pukeutuminen, esineet, yms. sekä kronemiikka eli

ajankäyttö ja suhtautuminen aikaan. Toisenlainen jaon mukaan nonverbaali viestintä jakautuu kehon koodeihin ja kontekstuaalisiin koodeihin [Andersen, 1999]. Ensiksi mainittu viittaa haptiikkaan, proksemiikkaan, fyysiseen olemukseen sekä kinesiikkaan. Kontekstuaalisiin koodeihin kuuluu kronemiikka, haju, ympäristö sekä parakieli, eli ääneen liittyvät seikat kuten sen rytmi, sävy ja aksentti. Nonverbaali viestintä on siis hyvin monikanavaista.

Nonverbaalilla viestinnällä on monia tehtäviä. Se voi esimerkiksi täydentää, tehostaa, vastustaa tai korvata verbaalia viestintää. Burgoon et al. [1996] löytävät sanattomalle viestinnälle seuraavat kymmenen tehtävää: viestien tuottaminen ja prosessointi, vuorovaikutuksen strukturointi, identiteettien luominen ja hallinta, vaikutelmien muodostaminen, tunteiden ilmaisu, suhteiden määrittely ja hallinta, keskustelun hallinta, vaikutelmien hallinta, toisiin vaikuttaminen sekä toisten harhauttaminen. Nonverbaali viestintä on moniselitteistä ja kulttuurisidonnaista. Usein se on myös tiedostamatonta. Oheisviestinnän vaikuttavuudesta kertoo myös se, että jos verbaali ja nonverbaali viestintä ovat kommunikoitaessa ristiriidassa keskenään, viestin vastaanottaja tulkitsee yleensä sanoman enemmän nonverbaalin kuin verbaalin viestinnän perusteella [Brillhart and Galanes, 1998].

3. Mitä on pikaviestintä?

Alla on ensin määritelty mitä pikaviestimellä (engl. IM, instant messenger) ja pikaviestinnällä (engl. IM, instant messaging) tarkoitetaan. Tämän jälkeen on esitelty IM-ohjelmien tyypillisiä piirteitä sekä lopuksi kerrottu niiden tarjoamista läsnäolovihjeistä.

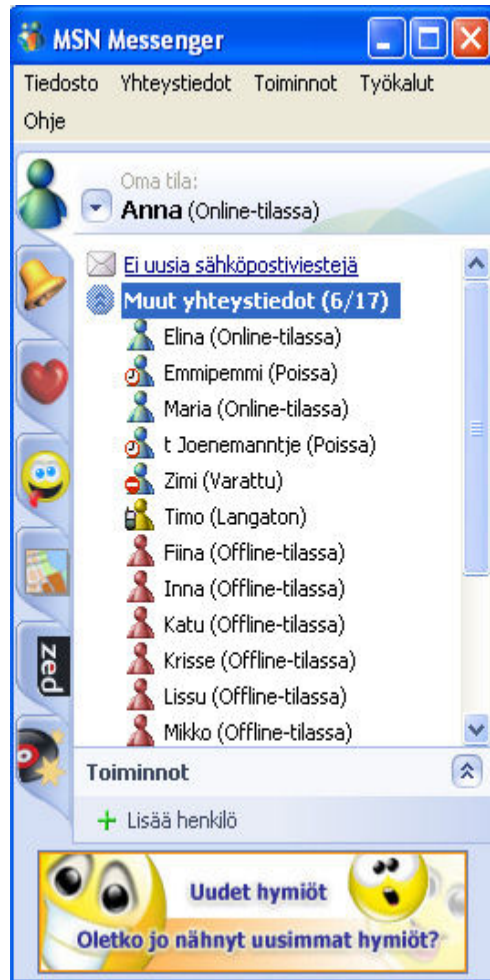
3.1. Määritelmä

IM viittaa sekä pikaviestimeen että pikaviestimiseen. Pikaviestin tarkoittaa tietokoneohjelmaa, joka sallii reaaliaikaisen viestinnän kahden tai useamman ihmisen välillä verkossa, kuten esimerkiksi Internetissä. Nardi et al. [2000] määrittelevät pikaviestimisen lähestulkoon reaaliaikaiseksi, yleensä kahden osapuolen väliseksi tietokonepohjaiseksi kommunikoinniksi.

3.2. Pikaviestimen tyypilliset piirteet

Pikaviestiohjelmat mahdollistavat tietokoneen välityksellä käytävän reaaliaikaisen keskustelun ystävien, työtoverien tai perheenjäsenten kanssa. Toisin kuin esimerkiksi IRC:ssä tai chatissa, jossa osapuolet ovat yleensä fyysisessä todellisuudessa toisilleen tuntemattomia, pikaviestimissä keskustelu

käydään reaaliaikaisissa keskusteluissa tuttavien ihmisten kanssa [Grinter and Palen, 2002]. Ohjelman käyttäjä voi keskustella henkilöiden kanssa, jotka hän on lisännyt yhteystietoluettelonsa (engl. "buddy list", ks. kuva 1). IM-ohjelmissa yhdistyy siis chat-palveluiden reaaliaikaisuus ja sähköpostin henkilökohtaisuus.



Kuva 1: Yhteystietoluettelo MSN Messenger -ohjelmassa. Sisäänkirjautuneet henkilöt on merkitty vihreällä ikonilla [Microsoft, 2005].

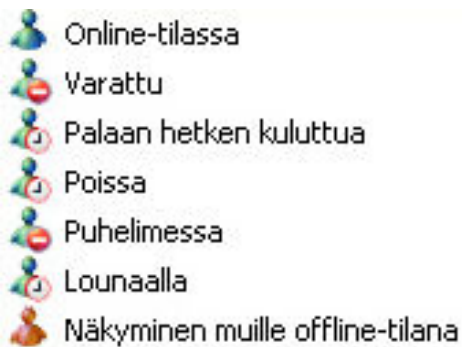
Käyttäjän niin halutessa pikaviestin ilmoittaa äänimerkillä, kun yhteystietoluettelossa oleva henkilö on kirjautunut sisään. Ilmoitus näkyy hetkisen myös ponnausikkunana ruudulla. Keskustelu, jonka voi useimmissa ohjelmissa aloittaa vain sisäänkirjautuneen henkilön kanssa, aloitetaan esimerkiksi MSN Messengerissä kaksoisklikkaamalla yhteystietoluettelosta henkilön nimeä, jolle halutaan kirjoittaa. Tällöin esiin tulee ponnausikkuna, jossa keskustelu käydään. Yleensä viestintä on dyadista eli kahden osapuolen välistä, mutta useammankin osallistujan väliset ryhmäkeskustelut ovat mahdollisia. Käyttäjät voivat halutessaan asettaa oman

kuvansa tai muun itseään representoivan kuvan näkyviin keskusteluikkunaan. Kommunikointi on perinteisesti tekstipohjaista, mutta monissa ohjelmissa voi viestiä myös äänen ja videokuvan kautta. Eri viestintäkanavien hyödyntämistä tarkastellaan tarkemmin seuraavassa luvussa.

Nopeiden tietoverkkojen ansiosta etäisyys menettää IM-ohjelmissa merkityksensä, sillä viestin välittyminen maailman toisella puolella asuvan vastaanottajankin ruudulle vie vain sekunnin murto-osan. Pikaviestiminen onkin esimerkiksi kirjeenvaihtoa selvästi nopeampi ja puhelinsoittoa edullisempi viestintämuoto. Kommunikoinnin lisäksi IM-ohjelmat tarjoavat usein muitakin käyttäjiä houkuttelevia ominaisuuksia, kuten tiedostonsiirto, yhdessä pelaaminen, sovellusten jakaminen sekä ohjelmaan integroitu Internetin haku-toiminto. Suosituimpia kaupallisia pikaviestimiä ovat MSN Messenger, Yahoo! Messenger, AOL Instant Messenger (AIM) ja ICQ (sanoista "I seek you").

3.3. Läsnäolovihjeet pikaviestimissä

Pikaviestinten läsnäolovihjeet tarjoavat käyttäjälle tietoa siitä, onko yhteystietoluettelossa oleva henkilö tavoitettavissa ja valmiina kommunikoidaan. Sisäänkirjautuneisuus eli online-tila on reaaliaikaisen kommunikoinnin ensimmäinen edellytys. Ohjelma antaa usein äänimerkin sisäänkirjautumisesta, joka osoitetaan yleensä myös visuaalisin värikoodein (ks. kuva 1). Fyysinen läsnäolo tietokoneella ja pikaviestimellä ei kuitenkaan ole taivastaan vastaanottajan mahdollisuuksista tai halusta viestiä. Erilaisten käyttöstatusten eli -tilojen avulla käyttäjä voi tarjota lisätietoa viestintävalmiuksistaan (ks. kuva 2 sekä kuva 1). Valmiita statuksia voi halutessaan tarkentaa omalla tekstillä ilmoittamalla esimerkiksi "Varattu"-tilan jatkoksi kirjoittavansa tutkielmaa. Näin käyttäjä viestii muille, ettei halua tulla häirityksi. Jotkut ohjelmat, kuten AOL Instant Messenger, näyttävät yhteystietoluettelossa lisäksi kuinka kauan kukin käyttäjä on ollut sisäänkirjautuneena, sekä ovatko he aktiivisia vai toimeentomia, eli koskematta näppäimistöön. Myös toimeentomuuden aika ilmoitetaan [Nardi *et al.*, 2000].



Kuva 2: Erilaisia statuksia läsnäolon ilmaisemiseksi [Microsoft, 2005].

Jotkut pikaviestimet tarjoavat läsnäolovihjeitä myös keskustelun ollessa käynnissä. Esimerkiksi MSN Messenger ilmoittaa keskusteluikkunassa, kun toinen kirjoittaa viestiä. Tämä lisää tietoisuutta toisen aktiivisesta osallistumisesta keskusteluun, sekä helpottaa vuoronottamista, joka kasvotusten tapahtuvassa vuorovaikutuksessa ilmaistaan useimmin nonverbaalien viestien avulla. Ohjelmassa voi lisäksi napin painalluksella lähettää herätteen, jos on epävarma toisen läsnäolosta. Herätteen tarkoituksena on kiinnittää vastaanottajan huomio tärisyttämällä keskusteluikkunaa ääniefektillä vahvistettuna.

4. Viestintäkanavat pikaviestimessä

Perinteisin ja edelleen yleisin tapa kommunikoida pikaviestimellä on kirjoittaa reaaliaikaisia viestejä keskusteluikkunassa. Monissa ohjelmissa on mahdollista viestiä myös äänen ja videokuvan avulla. Eri viestintäkanavien samanaikainen käyttö on myös mahdollista. Alla on tarkasteltu eri kanavien tarjoamia viestinnällisiä mahdollisuuksia.

4.1. Tekstipohjainen kommunikointi

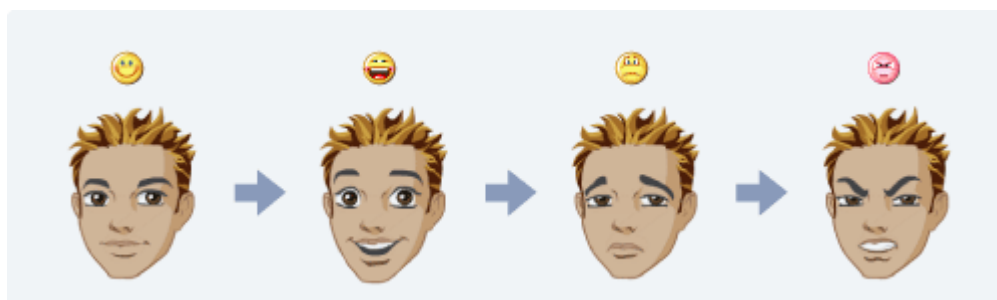
Tekstipohjaisessa pikaviestinnässä osapuolet eivät voi nähdä, kuulla eikä koskettaa toisiaan. Ainoa visuaalinen vihje keskustelukumppanista on staattinen kuva, mikäli käyttäjä on sellaisen asettanut näkyviin. Näin ollen kaikki kommunikointi pikaviestimessä tapahtuu tekstipohjaisesti: käyttäjä kirjoittaa keskusteluikkunaan viestin ja lähettää sen, jolloin teksti ilmestyy molempien osapuolten näkyviin. Lähetetyt viestit katoavat näkyvistä sitä mukaa kun uutta tekstiä ilmestyy ruudulle. Jos viesti on ensimmäinen, tai keskusteluikkuna ei muusta syystä ole aktiivinen, kertoo ohjelma yleensä saapuneesta viestistä äänimerkin ja alapalkissa vilkkuvan keskustelupikakuvakkeen avulla. Viestin saaja voi vastata kun ehtii ja haluaa –

eihän toisella osapuolella ole näkö- eikä kuuloyhteyttä toisin kuin kasvokkaskontaktissa.

Tekstipohjaisissa pikaviestimissä on omat tavat ilmaista esimerkiksi asenteita ja tunteita, jotka kasvotusten tapahtuvassa kanssakäymisessä ilmaistaan pitkälti nonverbaalein viestein. Yksinkertainen tapa ilmaista näitä asioita IM-ohjelmassa on verbalisoida omat tuntemuksensa sanalliseen muotoon kuten "hehheh" tai "yhyy". Suosittu keino ilmaista mielipiteitä, asenteita ja tunteita on käyttää hymiöitä, jotka voivat olla myös animoituja ja ääniefektein varustettuja (ks. kuva 3). Niiden avulla viestitään esimerkiksi ilmeitä ja eleitä, ja luodaan keskusteluun näin nonverbaalisia vivahteita. MSN Messengerissä voi lähettää myös keskusteluikkunan hetkellisesti täyttäviä animoituja "olioita", jotka hymiöiden tapaan viestivät käyttäjän tuntemuksista. Joissakin ohjelmissa, kuten Yahoo Messengerissä, mielialan ja tunteiden ilmaisua voi tehostaa "avatarilla", eli ihmistä virtuaalitodellisuudessa representoivalla hahmolla. Hahmo kuvastaa käyttäjän mielialaa muuttaen ilmettään lähetettyjen hymiöiden mukaan (ks. kuva 4).



Kuva 3: Esimerkkejä hymiöistä [Microsoft, 2005].



Kuva 4: Avatarin ilme muuttuu hymiöiden vaihtuessa [Yahoo, 2005].

4.2. Audio ja video

Useissa IM-ohjelmissa voi kirjoittamisen lisäksi keskustella myös äänen tai videokuvan tai näiden molempien avulla. Kaikkien kolmen kanavan yhtäaikaishalla käytöllä päästään mahdollisimman lähelle kasvokkaskontaktin kaltaista vuorovaikutustilannetta. Viestintäkanavien laajentaminen ei vaadi käyttäjältä suuria resursseja: audioyhteyttä varten tulee hankkia kuulokemikrofoni ja videokuvaa varten web-kamera.

Sekä äänen että videokuvan välityksellä tapahtuva viestintä on – yhdessä tai erikseen – lähempänä kasvotusten tapahtuvaa kommunikointia kuin pelkkään tekstiin perustuva IM-keskustelu. Tämä johtuu pitkälti siitä, että näissä viestintäkanavissa nonverbaalit signaalit ovat paljon paremmin edustettuina. Sanattomien koodien kuten äänen sävyjen, ilmeiden, eleiden, ja kehonliikkeiden ilmaisu, joka tekstipohjaisesta pikaviestinnästä puuttuu tai jää mymiöiden varaan, yltää aivan eri tasolle audion ja videon avulla kommunikoidessa. Nonverbaalien viestien tehtävistä esimerkiksi vuorovaikutuksen strukturointi, tunteiden ilmaisu ja keskustelun hallinta helpottuu huomattavasti tekstipohjaiseen viestintään verrattuna. Multimediatauettuja yhteistyövälineitä koskevassa tutkimuksessaan Tang ja Isaacs [1993] toteavat, että käyttäjät arvostavat videota sen tarjoamien visuaalisten vihjeiden vuoksi, jotka helpottavat muun muassa vuoronottamista sekä lisäävät osapuolten keskinäistä ymmärrystä vuorovaikutustilanteessa.

5. Pikaviestimisen käyttötavat ja -tarkoitukset

IM-ohjelmia käytetään sekä huvi- että hyötytarkoituksiin. Pikaviestimisen helppokäyttöisyyden sekä sen tarjoamien etujen vuoksi ohjelmia käyttävät kaikenlaiset ihmiset ikään ja sukupuoleen katsomatta. Pikaviestijöiden laajasta kirjosta huolimatta muutamat käyttäjäryhmät – nuoret ja työntekijät – erottuvat selkeästi muista suurempina ja pikaviestintavoiltaan suhteellisen homogeenisina ryhminä. Alla on kerrottu pikaviestimisen erilaisista käyttötavoista sekä sen monenlaisista käyttötarkoituksista erityisesti näissä ryhmissä.

5.1. Vapaamuotoinen "online-seurustelu"

Pikaviestinten alkuperäisenä käyttötapana voidaan pitää vapaamuotoista yhteydenpitoa ystävien ja perheenjäsenten kanssa. IM-ohjelmien avulla kommunikointi kaukanakin asuvien sukulaisten ja tuttavien kanssa on nopeaa, edullista ja vaivatonta. Pikaviestiminen on vaihtoehtoinen, ja usein korvaavakin, kanava vaihtaa kuulumisia ja jutella niitä näitä

puhelin keskustelun, sähköpostin ja kasvotusten tapahtuvan kommunikoinnin ohella.

Erään tutkimuksen mukaan amerikkalaisista Internetiä käyttävistä teini-ikäisistä (12–17-vuotiaat) 74 % käyttää pikaviestimiä jatkuvasti. Vastaavasti aikuisista Internetin käyttäjistä ainoastaan 44 % on kokeillut IM-ohjelmia [Lenhart *et al.*, 2001]. Grinter ja Palen [2002] toteavat teinien ja nuorten opiskelijoiden pikaviestikäyttäytymistä koskevassa tutkimuksessaan, että tämä ryhmä käyttää ohjelmia hyvin usein vapaamuotoiseen jutusteluun sekä tapahtumien ja tekemisten suunnitteluun ystävien kanssa. Kotoa pois muuttaneet opiskelijat käyttävät niitä myös yhteydenpitoon perheen kanssa. Keskusteluissa kerrataan päivän tapahtumia, juoruillaan sekä suunnitellaan yhdessä reaali maailman tapaamisia ja tekemisiä. Erikoinen piirre on se, että 37 % teini-ikäisistä on sanonut pikaviestimellä jotakin, mitä ei olisi sanonut kasvokkain [Lenhart *et al.*, 2001]. Kevyempien puheenaiheiden hallitessa, opiskelijat vaihtavat pikaviestimillä ajatuksia myös vakavammista aiheista kuten politiikasta ja rasismista [Nachbaur, 2003]. Pääasiassa nuorten pikaviestiminen näyttäisi kuitenkin olevan luonteeltaan viihteellistä ajanvietettä kavereiden kanssa. IM-ohjelmia käytetään myös yrityksissä vapaamuotoiseen kanssakäymiseen ystävien ja perheenjäsenten kanssa [Nardi *et al.*, 2000]. Tämä ei kuitenkaan ole leimaavaa työntekijöiden pikaviestinkäytölle, kuten seuraavassa kappaleessa ilmenee.

IM-ohjelmia käyttäessään nuoret saattavat ylläpitää useita kahdenvälisiä keskusteluja yhtä aikaa. He tekevät usein samanaikaisesti muutakin kuin pikaviestivät (engl. "multitasking"), kuten surffaavat internetissä, tekevät kotitehtäviä, katsovat televisiota ja kirjoittavat sähköpostia [Grinter and Palen, 2002]. Nachbaur [2003] lisää korkeakouluopiskelijoiden pikaviestintää tarkastelevassa tutkimuksessaan nuorten myös puhuvan puhelimessa, kuuntelevan musiikkia tai ruokailevan samalla kun he käyttävät IM-ohjelmaa.

Leung [2001] tutki korkeakouluopiskelijoiden motiiveja jutella ICQ-ohjelmalla, ja totesi heidän käyttävän sitä kun ei ole mitään tekemistä, kun he ovat tylsistyneitä, kun joku yhteystietoluettelosta lähettää viestin tai vain tavan vuoksi. Korkeakouluopiskelijat pitävät pikaviestimisestä myös siksi, että se on vähemmän häiritsevää kuin puhelimella soittaminen sekä vaivattomampaa ja nopeampaa kuin kasvokkain tapaaminen [Nachbaur, 2003]. Nuorten kohdalla lisäksi paineet ikätoverien taholta lisäävät haluja käyttää IM-ohjelmia: sekä teinien että korkeakouluopiskelijoiden mielestä on vaikeampaa pitää yhteyttä ja

ylläpitää suhteita henkilöihin, jotka eivät käytä pikaviestintä kuin heihin jotka käyttävät [Grinter and Palen, 2002; Nachbaur, 2003].

5.2. Hyötykäyttö

Pikaviestinten kasvattaessa suosiotaan vapaa-ajan tehokkaana kommunikointivälineenä, ohjelmat alkoivat kiinnostaa myös yrityksiä. Työntekijät ovatkin nuorten ohella toinen selkeästi erottuva suuri IM-ohjelmien käyttäjäryhmä. ”Palveluiden tarjoamat hyödyt ovat kiistattomia. Ne nopeuttavat päätöksentekoa ja helpottavat yhteydenpitoa, varsinkin silloin kun työntekijät eivät istu samassa konttorissa.” kirjoittaa *Tietoviikko*-lehti [2005b]. Lehdessä todetaan myös, että vuoden 2005 aikana ohjelmien suosion uskotaan jopa kaksinkertaistuvan.

Lukuisat tutkimukset ovat selvittäneet yritysten pikaviestinnän tyypillisiä piirteitä ja tehtäviä sisäisen kommunikoinnin tukemisessa. Nardi et al. [2000] löysivät IM-ohjelmille seuraavat kolme työskentelyä hyödyttävää käyttötarkoitusta: nopeiden kysymysten ja selvitysten tuottaminen sekä niihin vastaaminen, koordinointi ja aikataulusuunnittelu sekä improvisoitujen tapaamisten järjestäminen. Pikaiset kysymykset ja vastaukset säästävät aikaa: sähköpostivastausta joutuu yleensä odottelemaan kauemmin ja puhelin- ja kasvokkaskontaktit pitkittyvät helposti. Reaaliaikaisuuden vuoksi pikaviestimet ovat mainioita työkaluja myös jatkuvasti muuttuvien aikataulujen koordinointiin samoin kuin lounaan kaltaisista valmistelemattomista tapaamisista sopimiseen. Isaacs et al. [2002] puolestaan totesivat tuhansiin työpaikkojen IM-keskusteluihin perustuvassa tutkimuksessaan, että suurin osa viesteistä käsittelee monimutkaisia työasioita. Näin etenkin ohjelmaa paljon käyttävien ja keskustelukumppaninsa kanssa tutuksi tulleiden käyttäjien kohdalla.

Nardi et al. toteavat, että vaihto mediasta toiseen (engl. ”media switching”) kesken IM-keskustelun on yleistä keskustelun muuttuessa pitkäksi tai monimutkaisemmaksi. Toisenlaisen näkemyksen mukaan median vaihto ei johdu pikaviestinten riittämättömästä kyvystä toimia mutkikkaidenkaan keskustelujen välittäjänä, vaan siitä, että IM-ohjelman käytön motiivina on tällöin ollut alun perinkin puhelinkeskustelun tai tapaamisen sopiminen [Isaacs et al., 2002].

Kuten nuorilla, usean asian tekeminen samanaikaisesti pikaviestimisen ohella on yleistä myös työntekijöiden keskuudessa. Oheistoiminnot liittyvät kuitenkin

pääasiassa työntekoon. [Nardi *et al.*, 2000; Isaacs *et al.*, 2002]. Nuoretkin käyttävät pikaviestinprofiilinsa huvipainottuneisuudesta huolimatta IM-ohjelmia myös hyötytarkoituksiin: pikaviestimillä keskustellaan esimerkiksi koulutehtävistä ja sovitaan yhteisistä opiskelutapaamisista. Pikaviestinten hyötykäyttö lisääntyy teini-ikäisen vanhetessa opiskelun vaikeutumisen myötä [Grinter and Palen, 2002].

6. Pikaviestinnän kommunikatiiviset rajoitukset

Suosiostaan ja kiistattomista eduistaan huolimatta pikaviestinnällä on kasvokkaskontaktiin verrattuna joitakin oleellisia kommunikatiivisia puutteita. Seuraavassa kappaleessa on tarkasteltu sen eräitä selkeimpiä rajoituksia. Myös joitakin ongelmiin tehtyjä ratkaisuehdotuksia on esitelty.

6.1. Suullisen ja kirjallisen viestinnän luomat jännitteet

Voida *et al.* [2002] toteavat tutkimuksessaan, että pikaviestimisessä on piirteitä sekä puhutusta että kirjallisesta kommunikaatiosta, mikä selittää osaltaan sen suosiota, mutta luo myös ongelmia aiheuttavia jännitteitä. Näiden kahden verbaaliviestinnän ilmentymän sekoittuminen ja päällekkäisyys pikaviestinnässä aiheuttaa heidän mukaansa seuraavat viisi ongelma-alueita: jatkuvuuden ja selkeyden jännitteet, samanaikaisuuden jännitteet, vuoronottamisen ja syntaksin jännitteet, huomionkiinnittämisen ja kontekstin jännitteet sekä läsnäolon ja kontekstin jännitteet.

Puhuttu viestintä on luonteeltaan ohimenevää ja kirjoitettu sitä vastoin jatkuvaa, mistä johtuu jatkuvuuden ja selkeyden jännitteet. Voida *et al.* [2002] huomasiivat, että käyttäjät pitävät keskustelun luonnetta rentona ja huolettomana kuten puhutussa kommunikaatiossa, eivätkä tämän vuoksi kiinnitä suurta huomiota oikeinkirjoitukseen tai epäröinteihin. Kun kielessä oleva virhe ilmestyy molempien näkyviin keskusteluikkunassa, näyttää käyttäjillä olevan kuitenkin tarve korjata se. Tämä tekstin huolellisen ulkoasun varmistaminen viittaa kirjalliseen viestintään.

Samanaikaisuuden jännite viittaa puhutun viestinnän reaaliaikaisuuden ja kirjallisen viestinnän asynkronisuuden väliseen ristiriitaan. Pikaviestinnän tulee olla intensiivistä eikä vastausten odottelemisesta pidetä, minkä vuoksi käyttäjät tekevät keskustelun ohella muutakin tai osallistuvat useisiin keskusteluihin samanaikaisesti [Voida *et al.*, 2002; Grinter and Palen, 2002]. Moneen rinnakkaiskeskusteluun osallistumisessa on vaarana, ettei käyttäjä

ehdi seuraamaan niitä kaikkia täysipainoisesti, ja osa kommentteista saattaa ehtiä kadota keskusteluikkunasta ennen niiden lukemista [Voida *et al.*, 2002]. Grinter ja Palen [2002] toteavat lisäksi, että kirjoittaminen vahingossa väärään ikkunaan saattaa johtaa ikäviin jälkiseurauksiin. He ehdottavatkin, että keskusteluikkunat voisivat olla esimerkiksi erivärisiä, jolloin keskustelut olisi helpompi hahmottaa yksilöllisinä.

Vuoronottamisen ja syntaksin jännitteet johtuvat siitä, ettei pikaviestimisessä ole selkeitä puhujan ja kuuntelijan rooleja, vaan molemmat osapuolet kirjoittavat omaa viestiään yhtä aikaa [Voida *et al.*, 2002]. Puhutussa kommunikaatiossa vuoronottaminen hoituu usein tiedostamatta sanattomien viestien avulla. Kirjallisessa kommunikaatiossa kuten sähköpostiviestinnässä puolestaan vuoronottaminen ei asynkronisuuden vuoksi ole ongelma. Pikaviestimessä käyttäjän on myös hyvin vaikea tietää, aikooko toinen osapuoli jatkaa aloittamaansa viestiä, vai sanoiko hän jo kaiken haluamansa [Voida *et al.*, 2002]. Kappaleessa 3.3. esitelty MSN Messengerin indikaattori-ominaisuus toisen kirjoittaessa helpottaa vuoronottamista selvästi.

Useiden asioiden tekeminen samanaikaisesti pikaviestimisen ohella on yleistä. Huomionkiinnittämisen ja kontekstin jännitteillä Voida *et al.* [2002] tarkoittavat käyttäjien tarvetta perustella ja selitellä vastauksensa viivettä tilannekohtaisella kontekstilla, mikä puhutussa viestinnässä ei yleensä tule kysymykseen eikä kirjallisessa viestinnässä ole niinkään tarpeen. Yksi syy perusteluihin heidän mielestään on halu torjua toisen osapuolen mahdollisesti tyly tulkinta vastauksen viivästyisestä. Kappaleessa 3.3. esiteltyjä statuksia käyttämällä selittelyn tarvetta voi vähentää. Teini-ikäisillä näyttäisi olevan erityisen suuri tarve yksityiskohtaisesti perustella hetkellinenkin poissaolo eri käyttötiloja muokkaamalla ja tarkentamalla [Grinter and Palen, 2002].

Läsnäolon ja kontekstin jännitteet viittaavat keskustelun aloittamiseen liittyviin ongelmiin [Voida *et al.*, 2002]. Puhutussa viestinnässä nonverbaalit vihjeet ilmaisevat viestinnällistä halukkuutta, mikä kirjallisessa kommunikoinnissa ei ole edes mahdollista. Voida *et al.* [2002] toteavatkin, että käyttäjät aloittavat keskustelun usein kysymällä toisen läsnäolosta yrittäen näin havitella pikaviestimessä näkymättömissä olevaa kontekstia. Toinen heidän mainitsemansa tapa hallita läsnäoloa on online-identiteettien muokkaaminen, eli usean käyttäjänimen tai IM-ohjelman käyttäminen. Myös erilaiset käyttöstatukset viestivät läsnäolosta. IM-ohjelmien tarjoamista läsnäolovihjeistä huolimatta käyttäjät eivät ole aina selvillä toistensa tavoitettavuudesta.













Esimerkiksi käyttöstatuksen muuttaminen saattaa unohtua, jolloin käyttäjä viestii erilaisesta tilasta kuin mikä todellisuudessa on. Niitä voidaan myös tahallisesti käyttää väärin, kun käyttäjä haluaa esimerkiksi keskustella vain tietyn henkilön kanssa, eikä tulla silloin häirityksi muiden taholta.

6.2. Nonverbaalin viestinnän rajalliset ilmaisukeinot

Nonverbaalin viestinnän puutteelliset ilmaisukeinot tekstipohjaisessa pikaviestinnässä on selkein erottava tekijä kasvotusten tapahtuvan kommunikoinnin kanssa. Kun jopa neljä viidesosaa kasvokkaskontaktissa tapahtuvasta viestinnästä on sanatonta, on selvää, ettei pikaviestiminen hymiöistä, olioista ja ilmeitä matkivista virtuaalihahmoista huolimatta missään tilanteessa vastaa kasvotusten tapahtuvaa kommunikointia. Lisäksi viestin vastaanottajahan tulkitsee sanoman yleensä ennemmin nonverbaalin kuin verbaalin viestinnän perusteella, jos nämä viestintämuodot ovat kommunikoitaessa ristiriidassa keskenään. Tekstipohjaisessa pikaviestimisessä on tällöin vaarana, että vastaanottaja tulkitsee viestin väärin sanattomien vihjeiden puuttuessa. Lähettäjä voi esimerkiksi kirjoittaa onnitteluviestin, jonka todellinen sisältö olisi paljastunut vasta sen ivallisen äänensävyn myötä. Vastaavasti hymiöitä voidaan käyttää, vaikkeivät ne todellisia tuntemuksia kuvastaisikaan. Hymy pikaviestin keskustelussa on helpompi näytellä kuin kasvokkaskontaktissa.

Videon ja audion avulla nonverbaalien viestien välittymistä voidaan parantaa, mutta kasvokkaskontaktissa ilmenevään kommunikatiiviseen rikkauteen nekään eivät kuitenkaan yllä, johtuen muun muassa proksemikaan eli tilankäytön, haptiikan eli kosketuksen ja muiden sensoristen aistihavaintojen puuttumisesta. Lisäksi esimerkiksi videokuvaavuuden pienuus ja rajoitettu kuvakulma vaikeuttavat sanattomien viestien tehokasta välittymistä. Lukuisia tutkimuksia ja kokeiluja on tehty pikaviestimisestä, joiden avulla nonverbaalejakin viestejä voisi ilmaista entistä tehokkaammin. Esimerkiksi Kaliouby ja Robinson [2004] kehittivät FAIM-pikaviestimen, joka analysoi käyttäjän kasvon liikkeitä reaaliaikaisesti ja muuttaa sen perusteella keskusteluikkunassa näkyvän avatarin kaltaisen hahmon ilmeitä. Tällä tavoin käyttäjän ei tarvitsisi käyttää hymiöitä, ja hahmon ilmaiset tunteet olisivat aitoja. Bodinen ja Pignolin [2003] KIM-sovellus hyödyntää elävää, puheen ekspressiivisyyttä jäljittelevää dynaamista tekstiä (engl. "kinetic typography"), joka lisää viestiin tunnesisältöä. Toisenlainen esimerkki nonverbaalia viestintää integroivasta IM-ohjelmasta on HIM, joka mahdollistaa haptiikan mukaantulon pikaviestinnässä [Rovers and van Essen, 2004]. Sovellus muuntaa hymiöt

värähdyksiksi, joiden amplitudi ja frekvenssi vaihtelevat viestityn kuvakkeen sisältämän tunnemerkeyksen mukaan (ks. kuva 5). Käyttäjä tuntee värähdykset käyttämässään syöttölaitteessa.

Icon	Emoticon	Meaning	Hapticon
	:)	regular smile	
	: D	big smile	
	: (sad face	
	; -)	wink	
	(k)	kiss	
	: \$	embarrassed	

Kuva 5: HIM-pikaviestin muuntaa hymiöt erilaisiksi värähdyksiksi, joita haptikoni visualisoi. [Rovers and van Essen, 2004].

7. Päätelmät

Pikaviestin on erittäin suosittu kommunikointiväline tänä päivänä, ja ohjelmia käytetään usein korvaamaan muita viestintäkanavia. Pikaviestimen suosio perustuu lukuisiin etuihin, joista paikkaan sitoutumattomuus sekä mahdollisuus nopeaan ja edulliseen reaaliaikaiseen viestintään ovat ilmeisimpiä. Kevyt ohjelmisto pystyy tarjoamaan uskomattoman kirjavia ja tehokkaita käyttötarkoituksia sekä tukemaan useita viestinnällisiä tehtäviä. Ohjelmia käytetään monenlaiseen huvi- ja hyötykäyttöön sekä kotona että työpaikoilla, usein myös muun aktiivisenkin oheistoiminnan rinnalla. Niiden suosio koostuukin useista monimuotoisista eduista, jotka yhdessä luovat menestyksen nimeltä pikaviestintä.

Pikaviestiminen ei kuitenkaan ole kasvokkain tapaamista, mistä jotkut kriitikot ovat ohjelmien suosion kasvaessa olleet huolissaan. Kiistaton fakta on, ettei pikaviestintä ole kommunikatiivisten mahdollisuuksiensa kannalta lähelläkään kasvotusten tapahtuvan viestinnän rikkautta. Jo nonverbaalien viestien rajallinen ilmaisukyky pikaviestimessä verrattuna niiden suorastaan yltiömäiseen läsnäoloon kasvokkaskontaktissa erottaa nämä kaksi viestintäkanavaa toisistaan. Mielestäni pikaviestimisen ei kuitenkaan tarvitse olla kasvokkain tapaamista niin kauan kun se ei sitä korvaa. Näitä kahta

viestintäkanavaa ei tulisikaan nähdä toistensa vaihtoehtoina. Molemmissa on etuja, joita toisessa ei ole ja ne palvelevat osin eri tarkoituksia. Ehkäpä tekstipohjaisen pikaviestimisen suosio perustuukin juuri siihen, ettei se muistuta liikaa kasvotusten tapahtuvaa kommunikointia: nonverbaalien vihjeiden puuttuminen vapauttaa käyttäjän kasvokkaskontaktin kaltaisesta intensiivisestä kanssakäymisestä, minkä vuoksi esimerkiksi viesteihin voi vastata kun itselle sopii ja vastauksia voi miettiä kauemmin. Kasvokkaskontaktille nonverbaalien koodien olemassaolo on sitä vastoin rikkaus. Se mikä toiselle on vahvuus voi siis toiselle olla heikkous.

Viiteluettelo

- [Andersen, 1999] P. A. Andersen, *Nonverbal Communication: Forms and Functions*. Mountain View, CA: Mayfield Publishing Company, 1999.
- [Bodine and Pignol, 2003] Kerry Bodine and Mathilde Pignol, Kinetic typography-based instant messaging. In: *CHI 2003*, 914-915.
- [Brilhart and Galanes, 1998] John K. Brillhart and Gloria J. Galanes, *Effective Group Discussion*. 9. ed. Boston: McGraw-Hill, 1998.
- [Burgoon et al., 1996] Judee K. Burgoon, David B. Buller, and W. Gill Woodall, *Nonverbal Communication: the Unspoken Dialogue*. New York: McGraw-Hill, 1996.
- [Grinter and Palen, 2002] Rebecca E. Grinter and Leysia Palen, Instant messaging in teen life. In: *CSCW 2002*, 21-30.
- [Hu et al., 2004] Yifeng Hu, Jacqueline Fowler Wood, Vivian Smith and Nalova Westbrook, Friendships through IM: examining the relationship between instant messaging and intimacy. *JCMC*, 10, 1 (Nov. 2004).
- [Kaliouby and Robinson, 2004] Rana El Kaliouby and Peter Robinson, FAIM: Integrating automated facial affect analysis in instant messaging. In: *IUI 2004*, 244-246.
- [Klemi, 1988] Matti Klemi, *Sanaton Kieli*. Espoo: Weilin+Göös, 1988.
- [Lenhart et al., 2001] Amanda Lenhart, Lee Rainie and Oliver Lewis, Teenage life online: The rise of the instant message generation and the internet's impact on friendship and family relationships. Pew Internet & American life project. http://www.pewinternet.org/pdfs/PIP_Teens_Report.pdf, (18.8.2005).
- [Leung, 2001] Louis Leung, College student motives for chatting on ICQ. *New Media & Society*, 3, 4 (2001), 483-500.
- [Microsoft, 2005] MSN Messenger, (18.7.2005).

- [Nachbaur, 2003] Abraham Nachbaur, College students and instant messaging: an analysis of chatting, flirting, & using away messages. The Mercury Project for Instant Messaging Studies.
<http://www.stanford.edu/class/pwr3-25/group2/projects/nachbaur.html>, (15.4.2005).
- [Nardi et al., 2000] Bonnie A. Nardi, Steve Whittaker, and Erin Bradner, Interaction and outeraction: instant messaging in action. In: *CSCW 2000*, 79-88.
- [Rovers and van Essen, 2004] A.F. Rovers and H.A. van Essen, HIM: a Framework for haptic instant messaging. In: *CHI 2004*, 1313-1316.
- [Tang and Isaacs, 1993] John C. Tang and Ellen Isaacs, Why do users like video? In: *CSCW 1993*, 163-196.
- [Tietoviikko, 2005a] Tuomas Hämäläinen, Microsoft varmistelee pikaviestijohtoaan. *Tietoviikko*, 31.8.2005.
http://www.tietoviikko.fi/doc.te?f_id=766508&s=u&wtm=tivi-31082005, (31.8.2005).
- [Tietoviikko, 2005b] Timo Perkola, Pikaviestit tunkevat yrityksiin. *Tietoviikko*, 8.3.2005. http://www.tietoviikko.fi/doc.do?f_id=694670, (15.3.2005).
- [Voids et al., 2002] Amy Voids, Wendy C. Newstetter and Elizabeth D. Mynatt, When conventions collide: the tensions of instant messaging attributed. In: *CHI 2002*, 187-194.
- [Yahoo, 2005]
http://messenger.yahoo.com/avatars.php;_ylt=AvsBeiEXXt3VPhGYoDj4Ro9nM MIF, (20.7.2005).

Multimodaaliset käyttöliittymät ja niiden suunnittelu

Satu Mäkitammi

Tiivistelmä.

Käyttöliittymien toteutuksessa ovat olleet pitkään valta-asemassa graafiset käyttöliittymät, joita ohjataan näppäimistön ja hiiren avulla. Teknologian kehittymisen ja erilaisten käyttötarjojen, kuten mobiilikäytön, myötä on kiinnostus multimodaalisiin käyttöliittymäratkaisuihin lisääntynyt. Multimodaalisuus tarjoaa huolellisesti suunniteltuna mahdollisuuden tehokkaampaan, joustavampaan sekä luonnollisempaan vuorovaikutukseen käyttäjän ja tietokoneen välillä. Tämä edellyttää kuitenkin suunnittelijalta eri modaliteettien ominaispiirteiden perusteellista tuntemusta, tietämystä erilaisten käyttäjien vuorovaikutustavoista sekä siitä, millaiset modaaliteettien yhdistelytavat sopivat kulloinkin suunnitteilla olevaan järjestelmään. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan yleisesti käyttöliittymien multimodaalisuutta sekä eri modaliteettien soveltuvuutta ja yhdisteltävyyttä erityyppisten järjestelmien käyttöliittymissä. Aihetta tarkastellaan tämänhetkisen teknologian pohjalta ja erityisesti käyttöliittymäsuunnittelijan näkökulmasta.

Avainsanat ja -sanonnat: Multimodaalisuus, käyttöliittymät, modaliteettien yhdistäminen, suunnittelu.

CR-luokat: H.5.2

1. Johdanto

Ihmisten välinen vuorovaikutus on multimodaalista, sillä siinä informaatiota ja merkityksiä välitetään useamman kommunikaatiokanavan kautta ja vastaanotetaan yhtäaikaista useamman eri aistin avulla. Nykyään myös tietokoneen ja ihmisen välinen vuorovaikutus on siirtymässä yhä multimodaalisempaan suuntaan. Usean eri modaliteetin yhdistämisellä halutaan saavuttaa etuja sekä järjestelmän että käyttäjän kannalta. Järjestelmän suorituskykyä ja luotettavuutta voidaan saada lisättyä. Käyttäjille voidaan tarjota joustavampia ja vuorovaikutustavoiltaan luonnollisempia käyttöliittymiä. Multimodaalisuuden avulla myös järjestelmän käyttäjäkuntaa sekä käyttötilanteita voidaan saada laajennettua.

Kiinnostusta multimodaalisiin käyttöliittymiin on lisännyt ensinnäkin teknologinen kehitys. Uudet ja kehittyneemmät teknologiat mahdollistavat uudenlaisten modaliteettien hyödyntämisen käytännön sovelluksissa. Esimerkiksi luonnollista kieltä ymmärtävien puheentunnistimien tai

silmänliikkeitä tunnistavien teknologioiden kehittyminen lisää niiden käytettävyyttä käyttöliittymissä. Toisaalta teknologinen kehitys myös haastaa ottamaan käyttöön multimodaalisia käyttöliittymäratkaisuja. Esimerkiksi mukana kulkeviin ja kooltaan yhä pienempiin mobiililaitteisiin tarvitaan uudenlaisia tapoja olla vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa.

Multimodaalisuudella ei kuitenkaan saavuteta lisäarvoa itsestään. Jotta sen potentiaaliset edut saadaan hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla, täytyy käyttöliittymä suunnitella huolellisesti ottaen huomioon niin järjestelmän *aihealue* (domain), käyttötarkoitus, käyttöympäristö kuin käyttäjätkin. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan käyttöliittymien multimodaalisuutta suunnittelijan näkökulmasta. Aluksi määritellään, mitä tarkoitetaan yleisesti käyttöliittymien multimodaalisuudella ja millaisia etuja sen avulla voidaan saavuttaa. Sen jälkeen tarkastellaan erikseen eri modaliteetteja nykykehityksen valossa sekä sitä, miten niitä tulisi yhdistellä tehokkaan, joustavan ja luonnollisen käyttöliittymän aikaansaamiseksi. Lopuksi kootaan yhteen sellaisia yleisiä näkökohtia ja suunnitteluperiaatteita, jotka suunnittelijan tulisi erityisesti ottaa huomioon multimodaalista käyttöliittymää suunnitellessaan.

2. Multimodaaliset käyttöliittymät

Multimodaalisuus määritellään yleisellä tasolla vuorovaikutukseksi, jossa hyödynnetään useaa eri kommunikaatiokanavaa. Kun multimodaalisuutta tarkastellaan ihmisen ja tietokoneen välisessä vuorovaikutuksessa, käsitteen tarkempi määritelmä vaihtelee valitun näkökulman mukaan. Eri määritelmissä multimodaalisuuden ja multimedian välinen raja nähdään eri tavalla.

Perinteisesti on totuttu käyttöliittymiin, joille annetaan *syötteet* (input) näppäimistön sekä hiiren avulla ja tietokone näyttää *tulosteet* (output) visuaalisessa muodossa tietokoneen näytöllä. Tällainen käyttöliittymä ei täytä multimodaalisuuden vaatimuksia, sillä siinä käytetään sekä syötteiden että tulosteiden antamiseen ainoastaan yhtä modaliteettia: syötteet annetaan haptisen modaliteetin ja tulosteet visuaalisen modaliteetin avulla. Multimodaalisessa käyttöliittymässä yhdistetään joko syötteiden tai tulosteiden antamiseen vähintään kaksi eri modaliteettia, jotka tuotetaan vähintään kahdella eri laitteella [Schomaker *et al.* 1995]. Tämän määritelmän perusteella tulosteiden antaminen sekä visuaalisesti näytöllä että äänipalautteena tietokoneen kaiuttimien kautta täyttää multimodaalisuuden vaatimukset. Tällöin multimodaalisuuden ja multimedian välinen rajanveto on melko vaikeaa.

Rajoitetumman määritelmän multimodaalisuudesta tarjoavat Nigay ja Coutaz [1993], jotka ottavat käyttöön merkityksen käsitteen tarkentaakseen multimodaalisuutta. Heidän mukaansa multimodaalisuudella tarkoitetaan järjestelmän kykyä olla vuorovaikutuksessa käyttäjän kanssa erityyppisten kommunikaatiokanavien kautta sekä automaattisesti tulkita ja välittää merkityksiä tässä vuorovaikutusprosessissa. Tästä järjestelmäsuuntautuneesta näkökulmasta tavallisten kotitietokoneiden visuaalisen näytön ja kaiuttimien yhdistelmä rajautuu pois, jos niiden kautta vain toistetaan jotakin valmista materiaalia ilman sisällön ja sen sisältämän merkityksen tulkittamista. Tällöin multimedialin ja multimodaalisuuden raja saadaan selkeästi esille. Jatkossa multimodaalisuutta tarkastellaan juuri tällaisesta merkityksen sisältävästä näkökulmasta.

2.1. Modaliteetit

Tässä tutkimuksessa modaliteetti määritellään yleisellä tasolla niin, että se viittaa informaatiota välittävän kommunikaatiokanavan tyyppiin sekä siihen tapaan, jolla sanoma on ilmaistu tai vastaanotettu [Nigay and Coutaz, 1993]. Kaaviossa 1 on modaliteetit jaettu seitsemään luokkaan ihmisen aistien perusteella. Modaliteetilla välitetään merkitystä sisältävää informaatiota, jonka käyttäjä vastaanottaa jonkin aistinsa välityksellä tai tietokone vastaanottaa ihmisaistia vastaavalla tavalla. Esimerkiksi visuaalisella modaliteetilla tuotetut tulosteet käyttäjä vastaanottaa näköaistinsa avulla ja vastaavasti tietokone vastaanottaa käyttäjän syötteet ”keinonäkönä” toimivan kameran kautta.

Modaliteetti	Aisti	Syötteet	Tulosteet
Visuaalinen	Näköaisti	Eleet, liikkeet, osoittaminen, ilmeet, silmänliikkeet	Teksti, kuva, värit, merkkivalot
Auditiivinen	Kuuloaisti	Puhe, laulu, muut äänet	Nauhoitettu tai syntetisoitu puhe, äänimerkit
Haptinen	Tuntoaisti	Kosketukset, piirrot, painallukset, pään ja vartalon liikkeet	Tärinä, paine
Vestibulaarinen	Tasapaino- ja liikeaisti	Kallistukset	Kallistukset liikkuvissa alustoissa
Olfaktorinen	Hajuaisti	Ihmisen ominaisuus, muut hajut	Tuoksut
Gustatorinen	Makuaisti	Maut	Maut
	Aivotoiminta	EEG, MEG	Sähkösignaalit

Kaavio 1: Modaliteetit, niitä vastaavat ihmisen aistit sekä esimerkkejä konkreettisista syöte- ja tulostetavoista.

2.2. Modaliteettien integrointi

Multimodaalisissa käyttöliittymissä eri modaliteetteja voidaan yhdistellä ja synkronoida toisiinsa erilaisilla tavoilla. Erityyppiset käyttötavat voidaan jakaa kaavion 2 mukaisesti neljään kategoriaan, joissa modaliteettien yhtäaikainen käyttömahdollisuus ja niiden yhdistetyn tulkinnan mahdollisuus vaihtelevat [Nigay and Coutaz, 1993]. Varsinaisesti kategorioita on kahdeksan, mutta määriteltäessä multimodaalisuus tulkintaa sisältäväksi vuorovaikutukseksi kategoriat rajoittuvat neljään, koska tällainen vuorovaikutus kuuluu aina abstraktiotasoltaan merkitys-luokkaan. Modaliteettien käyttö -ulottuvuudella tarkoitetaan sitä, ovatko eri modaliteetit käytettävissä samanaikaisesti vai ainoastaan yksi kerrallaan. Modaliteettien yhdistettävyyden -ulottuvuus puolestaan jaottelee käyttöliittymät sen mukaan, onko eri modaliteettien kautta tuotetut syötteet tulkittavissa yhdessä vai erillään toisistaan riippumattomina syötteinä.

		Modaliteettien käyttö	
		Peräkkäinen	Rinnakkainen
yhdistettävyyden	Yhdistetty	Vuorottainen (alternate)	Yhteisvaikutteinen, synerginen (synergistic)
	Riippumaton	Poissulkeva (exclusive)	Samanaikainen (concurrent)
		Merkitys/merkityksetön	Merkitys/merkityksetön
Abstraktiotaso			

Kaavio 2: Multimodaalisten käyttöliittymien luokittelu modaliteettien integrointitapojen mukaan [Nigay and Coutaz, 1993].

Multimodaalisuuden toteuttaminen synergisellä tavalla muodostaa yleisesti ottaen luonnollisimman ja tehokkaimman vuorovaikutustavan joustavuutensa ansiosta, mutta asettaa myös järjestelmän suunnittelulle, toteutukselle ja tekniikalle suurimmat vaatimukset. Kuitenkin toteutettavan järjestelmän aihealue, käyttötarkoitus sekä -ympäristö vaikuttavat kaikki siihen, millaista multimodaalisuutta järjestelmässä kannattaa käyttää. On myös huomioitava, että eri käyttäjillä on tapana suosia pääasiallisesti joko peräkkäistä tai rinnakkaista modaliteettien käyttötapaa [Oviatt *et al.*, 2004]. Samassa käyttöliittymässä voidaan myös toteuttaa eri tehtäväalueet eri tavalla - joko vaihdellen multimodaalisuuden astetta tai hyödyntäen multimodaalisuutta ainoastaan joissakin käyttöliittymän osissa.

2.3. Multimodaalisuuden edut

Multimodaalisuuden avulla pyritään ensinnäkin saamaan ihmisen ja tietokoneen välinen vuorovaikutus luonnollisemmaksi ja ihmisten välistä kommunikointitapaa vastaavammaksi. Ihmiset ovat mielellään multimodaalisessa vuorovaikutuksessa tietokoneen kanssa, mutta he myös vaihtelevat luonnostaan multimodaalisen ja yksimodaalisen syötetävän välillä [Oviatt, 1999]. Karttapohjaisen käyttöliittymän avulla suorittamisissaan kokeissa Oviatt *et al.* [1997] huomasivat syötetävän riippuvan selkeästi suoritettavana olevan toiminnon luonteen mukaan. Suorittaessaan sijaintia ja tilaa koskevia (spatial) tehtäviä, käyttäjien syötteistä kaksi kolmasosaa oli multimodaalisia. Sen sijaan kohteen valintaan liittyvissä yksinkertaisissa tehtävissä selvästi alle puolet komennoista annettiin multimodaalisesti, varsinkin jos valittava kohde oli yksiselitteisesti ilmaistavissa tai se oli helposti pääteltävissä aiemmasta yhteydestä. Yleisissä ohjelman käyttöön liittyvissä komennoissa, joihin ei sisältynyt tilallisia määrityksiä tai kohteiden tunnistamista, käytettiin pääasiassa vain yhtä modaliteettia.

Empiiriset kokeet ovat myös osoittaneet, että multimodaaliset syötteet lisääntyvät luotaessa uutta asiayhteyttä tai käsitettä sekä suoritettavana olevan tehtävän vaikeustason noustessa, sillä käyttäjät pyrkivät tällä tavalla hallitsemaan kasvanutta kognitiivista kuormitusta [Oviatt *et al.*, 2004]. Käyttäjän kannalta yksi multimodaalisen käyttöliittymän merkittävimmistä eduista onkin sen joustavuus. Käyttäjä voi valita haluamansa syötemodaliteetin sekä vaihdella ja yhdistellä eri modaliteetteja omien mieltymystensä, fyysisten rajoitustensa, suorittamiensa tehtävien tai käyttöympäristön mukaan. Esimerkiksi puhe- ja elesyötteet soveltuvat erityyppisiin tehtäviin ja näin ollen täydentävät toisiaan multimodaalisessa käyttöliittymässä laajentaen yksinkertaisesti suoritettavien tehtävien joukkoa ja lisäten järjestelmän käytettävyyttä [Billinghurst, 1998].

Järjestelmän kannalta multimodaalisen käyttöliittymän joustavuus estää yksittäisen modaliteetin ylikuormittumisen sekä auttaa virheiden ennaltaehkäisyssä sekä niistä toipumisessa [Oviatt, 1999]. Järjestelmistä saadaan luotettavampia ja kestävämpiä. Hyvin suunnitellussa multimodaalisessa järjestelmässä eri modaliteetteja yhdistellään niin, että niiden vahvuudet hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti ja niiden avulla korvataan toisten modaliteettien heikkouksia [Oviatt, 1999]. Kahden eri modaliteetin avulla tuotetun syötteen yhdistämisellä voidaan parantaa järjestelmän suorituskykyä ja luotettavuutta sellaisissa tapauksissa, joissa käyttäjien tai käyttötilanteen haasteellisuus tekisi yksimodaalisesta käyttöliittymästä virhealttiin [Oviatt, 2001]. Näin ollen multimodaalisuuden

avulla voidaan saavuttaa nekin käyttäjät, joiden iän, taitojen tai fyysisten rajoitteiden vaikutukset vaikeuttavat tai jopa estävät kokonaan yksimodaalisen käyttöliittymän käytön.

Multimodaalisuudella voidaan myös parantaa käyttäjien tietoturvaa ja yksityisyyden suojaa. Esimerkiksi käyttäjän syöteen sisältäessä henkilökohtaisia tunnistetietoja tai muuta yksityistä informaatiota, käyttöliittymässä tulisi tarjota mahdollisuus valita puheen tilalle jokin ei-auditivinen syötemodaliteetti [Reeves *et al.*, 2004]. Ihmiset käyttävät tietokoneiden ja internetin välityksellä yhä enenevässä määrin ohjelmistoja ja palveluja, jotka vaativat luotettavaa käyttäjän tunnistamista. Esimerkkeinä voisi mainita mobiililaitteet, sähköpostiohjelmat, internetin pankkipalvelut tai työpaikkojen tietojärjestelmät. Käyttäjällä voi siis olla muistettavanaan useita kymmeniä salasanoja. Salasanat ovat myös turvallisuusriski, jos ne joutuvat väärin käsiin. Näiden ongelmien ratkaisussa voidaan hyödyntää multimodaalisuutta käyttämällä tunnistamisen apuna useampaa syötemodaliteettia, jotka hyödyntävät erilaisia ihmisen fysiologiaa tai käyttäytymiseen liittyviä piirteitä kuten sormenjälkiä, kasvonpiirteitä, silmän iiristä, allekirjoitusta tai ääntä. Yhdistämällä yhtäaikaista useita erilaisia biometrisia tunnistetietoja voidaan tunnistuksen luotettavuutta parantaa, koska yksittäisen tunnistetieteen puutteellisuus ei vaikuta ratkaisevasti lopputulokseen ja usean eri tunnistetieteen yhtäaikaista väärentäminen on hyvin vaikeaa [Jain and Ross, 2004].

3. Modaliteettien ominaisuudet

Multimodaalista käyttöliittymää suunniteltaessa on tärkeää tuntee perusteellisesti eri modaliteettien ominaisuudet [Oviatt, 1999]. Erityyppiset syöte- ja tulostetavat soveltuvat ominaisuuksiltaan erilaisiin tehtäviin ja erityyppisen informaation välittämiseen. Tässä luvussa esitellään eri modaliteeteille luonteenomaisia piirteitä, soveltuvuutta erilaisiin tarkoituksiin sekä modaliteettien yhdisteltävyyttä toisiinsa multimodaalisten esimerkkisovellusten ja tutkimustulosten pohjalta.

3.1. Visuaalinen modaliteetti

Yleisin tapa palautteen antamiseen käyttäjälle on tulosteen näyttäminen visuaalisesti tietokoneen näytöllä - joko tekstinä, kuvana tai muunlaisena visuaalisena koodauksena. Esimerkiksi osoitetun kohteen himmentämisellä voidaan antaa käyttäjälle visuaalisin keinoin nopeaa palautetta siitä, että hänen

yhdistetty puhe- ja elesyötteensä on tulkittu oikein [Bolt, 1980]. Visuaalisesti voidaan myös havainnollistaa samanaikaisesti annettua äänipalautetta ja lisätä sen ymmärrettävyyttä. Esimerkiksi vanhusten, kuulorajoitteisten sekä eri äidinkieltä puhuvien käyttäjien puheenymmärtämistä voidaan helpottaa esittämällä puhepalaute yhdistettynä animoidun hahmon huultenliikkeisiin [Oviatt, 2001]. Visuaalisilla keinoilla voidaan multimodaalisessa käyttöliittymässä myös ohjata käyttäjää vaihtoehtoisten syötetapojen käyttöön niin, ettei käyttäjän tarvitse perehtyä pitkiin ja varsinaista toimintaa häiritseviin ohjeisiin [Reeves *et al.*, 2004]. Tämä opastus voidaan toteuttaa esimerkiksi kuvaavilla ikoneilla, kuten puhesyöttemahdollisuudesta kertovalla mikrofonin kuvalla.

Vaikka visuaalinen modaaliteetti on yleisin tapa tulosteiden välittämisessä, on sen hyödyntäminen syötteidenannossa vielä melko harvinaista. Käyttäjän eleiden ja liikkeiden avulla antamia syötteitä voidaan kuitenkin vastaanottaa erilaisten paikannuslaitteiden lisäksi myös visuaalisesti konenäköä toimivien kameroiden avulla. Tällä tavalla käyttäjä pääsee eroon ylimääräisistä kehoon kiinnitettävistä paikannuslaitteista. Toisaalta kameroiden avulla vastaanotetut syötteet soveltuvat huonosti esimerkiksi mobiilikäyttöön, sillä käyttäjän on pysyttävä kameran edessä ja vältettävä tarkoituksettomia liikkeitä. Kameroilla voidaan vastaanottaa myös ilmeiden tai silmänliikkeiden avulla annettuja syötteitä sekä visuaalisia biotunnisteita. Vaikka syötteen laskennallinen määrittäminen on erilaista vastaanottotavasta riippuen (visuaalinen vs. haptinen), säilyy syötteen merkityksen tulkitseminen kuitenkin samana. Esimerkiksi kohteen osoittaminen tai käyttäjän liikkuminen johonkin suuntaan tulkitaan samalla tavalla riippumatta siitä, havaitaanko liike paikannuslaitteen vai kameran avulla.

Nykyteknologia mahdollistaa syötteiden antamisen myös silmänliikkeiden avulla. VOG-tekniikkaa (video-oculography) käytettäessä silmänliikkeet kuvataan infrapunakameralla, joka voidaan kiinnittää joko käyttäjän päähän tai etäämmälle esimerkiksi tietokonenäytön yhteyteen. Silmänliikkeiden avulla voidaan ohjata käyttöliittymää, osoittaa ja valita näkyviä kohteita sekä syöttää tekstiä joko silmänräpäytysten tai näytöltä ”tuijottamalla” valittavien kirjainten avulla. Multimodaalisessa käyttöliittymässä silmänliikkeiden avulla voidaan siis tarjota vaihtoehtoinen syötetapa sellaisille käyttäjille, jotka ovat puhekyvyttömiä tai joiden on motoristen rajoitteidensa vuoksi vaikeaa tai jopa mahdotonta käyttää esimerkiksi hiirtä, näppäimistöä tai eleitä syötteiden antamiseen. Lisäksi voidaan saavuttaa sellaisetkin käyttäjät, jotka ovat sekä motorisesti vammautuneita että puhekyvyttömiä. Yhdistettäessä samanaikaiseen puhesyötteeseen käyttäjän katseen suunnan perusteella

voidaan ratkaista osoittavia pronomini-ilmauksia käsieleitä vastaavalla tavalla [Koons *et al.*, 1993]. Silmänliikkeet eivät kuitenkaan aina välitä hyödyllistä informaatiota tai kerro käyttäjän todellisesta kiinnostuksen kohteesta, sillä osa silmänliikkeistä tapahtuu tarkoituksettomasti tai käyttäjän tiedostamatta [Oviatt, 1999]. Teknisesti silmänliikkeiden hyödyntäminen asettaa useita muitakin haasteita kuten ihmisten silmien fyysiset erot, silmälasien tai piilolinssien käyttö, erilaiset valaistusolosuhteet, päänliikkeet sekä mobiilikäyttö [COGAIN, 2005].

3.2. Auditiiivinen modaaliteetti

Auditiiivisten syötteiden ja tulosteiden mahdollistaminen auttaa erityisesti sellaisia käyttäjiä, joilla on näköaistiin tai motoriikkaan liittyviä rajoitteita. Esimerkiksi näkövammaisten käyttäjien kohdalla puhe- ja äänitulosteilla voidaan korvata graafinen käyttöliittymä tai liikuntarajoitteisten käyttäjien työskentelyä voidaan helpottaa mahdollistamalla puhesyötteet hiiren ja näppäimistön sijaan. Auditiiivinen modaaliteetti soveltuu hyvin myös lapsille, jotka eivät osaa vielä lukea näytöllä näkyvää tekstitulostetta eivätkä tunnista näppäimistön kirjaimia, ja joiden hienomotoriikka vaikeuttaa erilaisten ohjauslaitteiden tai elesyötteiden käyttöä. Vastaavasti myös vanhuksille saattaa puhesyöte soveltua haptista modaaliteettia paremmin, jos esimerkiksi kädet tärisevät ja liikkeet ovat hitaita.

Erilaisten käyttäjäryhmien lisäksi auditiiivinen modaaliteetti on varsin käyttökelpoinen kannettavissa laitteissa sekä jokapäiväistä elämää helpottavissa sulautetuissa järjestelmissä. Näissä laitteissa on yleensä pieni näyttö ja käyttäjä saattaa usein joutua tilanteisiin, joissa kädet tai katse täytyy keskittää muihin toimintoihin. Esimerkkeinä mainittakoon kännykän puheohjaus autoa ajettaessa, kannettavan DVD-soittimen soittokohdasta kertovat puhetulosteet rullaluistellessa sekä hissien ohjaaminen puhekomennoilla käsien ollessa täynnä kantamuksia.

Puhe tarjoaa luonnollisen, tehokkaan ja ilmaisullisesti voimakkaan vuorovaikutustavan, jonka avulla multimodaalisissa käyttöliittymissä voidaan lisätä kaistanleveyttä, ja joka on erittäin hyödyllinen tilanteissa, joissa käsien tai näköaistin käyttö on rajoittunutta [SID, 2004]. Suhm [2003] esittää kuuden kategorian listan puheeseen liittyvistä rajoituksista, jotka tulisi ottaa huomioon pohdittaessa puhemodaliteetin soveltuvuutta suunnitteilla olevaan käyttöliittymään sekä myöhemmin sen toteutusta suunniteltaessa. Lista sisältää puheentunnistusjärjestelmien puutteet, puhutun kielen ominaispiirteiden aiheuttamat rajoitukset, käyttöympäristön häiriöt, ihmisen kognitiiviset

rajoitteet, käyttäjien erilaisuuden sekä laitteiston suorituskyvyn. Multimodaalisten käyttöliittymäratkaisujen avulla puheen rajoituksia voidaan lieventää.

Yhdistämällä puhesyöte samanaikaiseen elesyötteeseen saadaan puhesyötteen pituutta lyhennettyä ja näin ollen tunnistustarkkuutta parannettua sekä tehtävän suoritusaikaa lyhennettyä. Oviattin [1996] tutkimuksissa puhesyötteiden sisältämät sanat vähenivät 23%:lla ja vastaavasti tehtävän suoritus aika nopeutui 10%:lla. Multimodaalisissa syötteissä myös lauserakenteet ovat lyhyempiä ja lauseopillisesti yksinkertaisempia kuin pelkästään puheen avulla annetut syötteen [Oviatt *et al.*, 1997]. Tulkittaessa puhesyöte yhdistettynä kynäsyötteeseen tunnistusvirheet vähenivät 19-41%:lla ja käyttäjien aksentti tai mobiilikäyttö häiriöllisessä ympäristössä ei vaikuttanut enää merkittävästi tunnistustulokseen [Oviatt, 2001].

Boltin [1980] Mediahuoneessa suorittamat tutkimukset puolestaan osoittivat, että yhtäaikaisen puheen ja osoituksen yhdistäminen mahdollistaa pronomien luonnollisen käytön, joka vastaa ihmisten välisessä kommunikoinnissa käytettyä tapaa osoittaa näkyvää kohdetta. Kun kohteeseen viitataan pronomien avulla samanaikaisesti osoituseleen kanssa, vältetään pitkiltä kohteen nimeämisiltä, ja käyttäjän ei edes tarvitse tietää kohteen tarkkaa nimeä. Tällöin puheentunnistus helpottuu huomattavasti ilmaisujen yksinkertaistumisen myötä ja suhteellisten käsitteiden, kuten paikkojen, etäisyyksien ja suuntien, tulkinta yksinkertaistuu eikä ole enää ohjelmoijasta riippuvaista.

Graafisen käyttöliittymän ohjaamiseen voidaan käyttää myös puheen ei-sanallisia ominaisuuksia kuten puhenopeutta, lauseen kestoa tai äänenvoimakkuutta. Puhenopeuden avulla voidaan esimerkiksi ohjata kursorin nopeutta näytöllä. Ääniohjauksen ongelmia ovat epätarkkuus sekä kyseisten ääniominaisuuksien liittyminen yleisesti tunteiden ilmaisuun. Kursorin suunta voidaan puolestaan määritellä käyttäjän päänliikkeillä, jotka tulkitaan puheen tulosuunnan perusteella. Äänipaikannukseen perustuvilla elesyötteillä voidaan myös ohjata muita kohteen käsittelyyn liittyviä toimintoja kuten pyörimissuuntaa. Auditivisesti vastaanotettujen eleiden ongelmana ovat jatkuvan äänisyötteen vaatimus sekä muista syistä johtuvat äänenvoimakkuuden muutokset, mutta toisaalta ne tarjoavat ilman lisälaitteita samat edut kuin muillakin tekniikoilla vastaanotetut elesyötteen. [Olwal and Feiner, 2003]

Erilaiset merkkiäänät soveltuvat erinomaisesti nopean ja yksinkertaisen palautteen antamiseen sekä käyttäjän huomion herättämiseen. Jos järjestelmässä tapahtuu esimerkiksi jokin merkittävä virhe samalla hetkellä,

kun käyttäjä on keskittynyt kirjoittamaan näppäimistöllä, niin merkkiäänänen avulla voidaan nopeasti kiinnittää huomio näytöllä näkyvään yksityiskohtaisempaan virheilmoitukseen. Koko virheinformaation välittämistä puhetulosteena tulisi välttää puheen hitauden ja ihmisen rajoittuneen muistikapasiteetin vuoksi.

Tietokonepeleissä on ääntä käytetty pääasiassa tehostekeinona. Nintendon [Nintendo, 2005] uusi DS-pelikonsoli tarjoaa kuitenkin mahdollisuudet uudenlaiseen multimodaaliseen pelaamiseen. Pelikonsolissa tarjotaan käyttäjälle mahdollisuutta ohjata peliä näppäinten ja kosketusnäytön lisäksi myös puhekomentojen tai muiden äänien kuten taputusten avulla sisäänrakennetun mikrofonin ja puheentunnistusjärjestelmän kautta. Vastaavasti palautteen antamiseen käytetään graafisen näytön lisäksi stereoääntä, jonka avulla voidaan pelaajalle tarjota uudenlaista lisäinformaatiota näkyvän pelialueen ulkopuolelta. Esimerkiksi ainoastaan toisesta kuulokkeesta tulevan äänen avulla voidaan pelaajalle antaa etukäteen vihjeitä tietystä suunnasta lähestyvistä vihollisista tai piilotetuista kohteista.

3.3. Haptinen modality

Haptinen modality on yleisin syötteidenantoon käytetty modality, koska perinteiset syötelaitteet - näppäimistö ja hiiri - kuuluvat tämän modaliteetin piiriin. Muita yleisesti käytössä olevia haptista modalityä hyödyntäviä syötelaitteita ovat kynä sekä kosketusnäyttö. Näiden lisäksi käyttäjä voi antaa haptisia syötteitä vartalonliikkeiden tai raajoilla tehtyjen eleiden avulla. Tulosteiden antamiseen haptista modalityä on käytetty pääasiassa tietokonepeleissä ja virtuaaliodellisuus-sovelluksissa, joissa tietokone tarjoaa palautetta käyttäjälle esimerkiksi "force feedback" -ohjauslaitteiden tai värinähiiren avulla. Myös kännyköiden värinäilytykset ovat haptisia tulosteita.

Elesyötteet soveltuvat erityisen hyvin näkyvien kohteiden suoraan käyttöön, mutta tarjoamalla lisäksi mahdollisuus vaihtoehtoiseen puhesyötteeseen saadaan myös näytöllä hetkellisesti näkymättömien kohteiden käsittely helpoksi graafisissa käyttöliittymissä [Billinghurst, 1998]. Ele- ja puhesyötteen yhdistämisellä saadaan sijainnin ja suuntien kuvailua vaativat syötteet sekä käyttäjälle helpommin ilmaistaviksi että järjestelmälle helpommin ymmärrettäviksi [Oviatt, 1996]. Toisaalta pelkän osoituksen ja puheen yhdistävä multimodaalisuus vastaa toimintaperiaatteiltaan kohteiden valintaa hiiren avulla ja tarjoaa tämän vuoksi lisäarvoa vain rajoitetusti, koska tämänkaltaiset osoittavat ilmaisut käsittävät vain pienen osan kaikista

käyttäjien spontaanisti käyttämistä multimodaalisista ilmaisuista ja osoituseleet muodostavat vain viidesosan ihmisten vuorovaikutuksessa käyttämistään eleistä [Oviatt, 1999].

3.4. Aivotoiminta

Tulevaisuudessa käyttäjä voi ohjata tietokonetta myös pelkän ajatuksen avulla. Aivokäyttöliittymässä käyttäjä ajattelee liikettä, esimerkiksi sormen nostoa tai jonkin painikkeen painallusta. Tämän tehtävän ajatteleminen aiheuttaa aivoissa sekä sähköisiä että magneettisia muutoksia, joiden synnyttämät signaalit voidaan mitata joko elektroenkefalografialla (EEG) pään iholta tai magnetoenkefalografialla (MEG). Mittausten perusteella tietokone luokittelee ja tunnistaa ajatuksen, minkä jälkeen tietokoneohjelma voi reagoida annettuun komentoon. [Lehtonen ja Sams, 1999] ; [BCI, 2005]

Pelkän ajattelun avulla tapahtuva käyttöliittymän ohjaaminen tarjoaa mahdollisuuden käyttää tietokonetta myös sellaisille liikuntarajoitteisille tai puhekyvyttömille käyttäjille, joiden on mahdotonta käyttää muita syötetapoja. Modaliteetti soveltuu kuitenkin melko huonosti hyödynnettäväksi multimodaalisissa käyttöliittymissä tai laajemmin ns. terveiden käyttäjien keskuudessa. Modaliteetin käyttö vaatii mahdollisesti pitkäänkin kestävää opettelua, omat ohjelmansa sekä kalliita erikoislaitteita. Lisäksi aivokäyttöliittymien varsinainen kohderyhmä ei useinkaan pysty muita syötetapoja käyttämään ja muiden käyttäjien on yksinkertaisempaa käyttää muita yleisemmin käytössä olevia syötetapoja. [Lehtonen ja Sams, 1999] ; [BCI, 2005]

Aivotoiminnan tutkimuksen ja teknologian kehittymisen myötä saattavat tutkijat kiinnostua kehittämään myös sellaisia laitteita, joiden avulla voitaisiin syöttää palautetta suoraan käyttäjän aivoihin. Viihdeteollisuuden parissa toimiva Sony onkin jo patentoinut idean laitteesta, jolla voidaan lähettää signaaleja, joista muodostuisi aivoissa kuvia tai ääni- ja hajuaistimuksia. Tekniikkaa voitaisiin hyödyntää kuurojen ja sokeiden käyttäjien keskuudessa, tietokonepeleissä tai lääketieteen ja tutkimustyön apuna. Tällainen teknologia on kuitenkin vasta idean asteella ja mitään kokeellisia tutkimuksia ei ole vielä tehty.

3.5. Muut modaliteetit

Vestibulaarista eli tasapainoaistiin perustuvaa modaliteettia hyödynnetään yleensä tietokonepeleissä ja simulaattoreissa esimerkiksi kallistuvien alustojen

muodossa. Modaliteetin avulla pyritään lisäämään elämyksellisyyttä ja todenmukaisuutta. Kallistuvien alustojen avulla voidaan korvata jokin muu vaihtoehtoinen syötetapa, esimerkiksi näppäimistö- tai joystick-ohjaus, tai tehostaa ohjausta yhdistämällä se esimerkiksi puhekomentoihin.

Maku- ja hajuaistiin perustuvat modaliteetit (olfaktorinen ja gustatorinen) soveltuvat pääasiassa vain erikoistarkoituksiin suunniteltuihin sovelluksiin. Esimerkiksi hajuvesiteollisuudessa voidaan hyödyntää keinoneniä, joilla voidaan testata erilaisia tuoksua ja korvata nopeasti turtuva ihmisen hajuaisti.

4. Multimodaalisen käyttöliittymän suunnittelu

Perinteiset yksimodaaliset käyttöliittymät ovat edelleen valta-asemassa, vaikka multimodaalisten käyttöliittymien mahdollisuudet kasvavatkin jatkuvasti teknologian kehittymisen myötä. Tilanteesta johtuen ei ole vielä olemassa myöskään vakiintuneita ja laajasti tunnustettuja periaatteita multimodaalisen käyttöliittymän suunnitteluun. Tässä luvussa kootaan yhteen sellaisia yleisiä näkökohtia, joita jokaisen multimodaalisten käyttöliittymien parissa työskentelevän suunnittelijan tulisi huomioida.

Multimodaalista käyttöliittymää suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon monia erilaisia seikkoja [Oviatt, 1999]:

- Täytyy tuntea, miten käyttäjät yhdistävät eri modaliteetteja luonnollisessa vuorovaikutuksessaan, ja miten paljon nämä tavat eroavat oletetun käyttäjäryhmän sisällä
- Eri modaliteettien ominaisuudet
- Käyttöliittymän kautta välitetyn tiedon sisältö
- Multimodaalisen kielen ja sen käsittelyn ominaispiirteet
- Tapa, jolla eri modaliteettien syötteet integroidaan ja synkronoidaan toisiinsa
- Osattava ennustaa, millaisissa tehtävissä tai tilanteissa käyttäjät tulevat todennäköisimmin käyttämään multimodaalisia syötteitä
- Multimodaalisella toteutuksella saavutettavat edut kyseisessä järjestelmässä

Jokaisen ohjelmistoprojektin alussa on tärkeää suorittaa huolellinen tarvekartoitus, mutta multimodaalisen käyttöliittymän tapauksessa se on entistäkin tärkeämpää. Multimodaalisella ratkaisulla ei saavuteta automaattisesti lisäarvoa, vaan sen tarpeellisuus, hyödyllisyys ja käytettävyys pitää punnita jokaisen käyttöliittymän tapauksessa erikseen. Useampia eri modaliteetteja tulisi tarjota vain siinä tapauksessa, että niiden lisääminen parantaa käyttäjätyytyväisyyttä, tehokkuutta tai järjestelmän suorituskykyä

[Reeves *et al.*, 2004]. Myös taloudelliset ja tekniset seikat on otettava huomioon, sillä joidenkin syöte- tai tulostetapojen käyttäminen saattaa vaatia sekä kalliita lisälaitteita että vaativampaa ohjelmointityötä. Jos multimodaalisen käyttöliittymän toteuttaminen on tarvekartoituksen mukaan perusteltua, tulee valita käyttöliittymän tarpeisiin parhaiten soveltuvat modaliteetit ja niiden yhdistelytavat.

Käyttöliittymäsuunnittelijan on perehdyttävä tarkoin siihen, millainen ohjelman käyttäjäkunta ja käyttöympäristö tulee olemaan. Jos multimodaalisessa käyttöliittymässä tarjotaan useita vaihtoehtoisia syöte- ja tulostemodaliteetteja, voidaan niiden avulla saavuttaa mahdollisimman laajasti taidoiltaan ja ominaisuuksiltaan erilaiset käyttäjäryhmät. Toisaalta useamman vaihtoehtoisen modaliteetin avulla voidaan korvata yksittäisten modaliteettien heikkouksia ja tällä tavalla mahdollistaa ohjelman käyttö myös sellaisissa tilanteissa, joissa jokin modaliteeteista olisi käyttökelvoton. Esimerkkeinä mainittakoon tilanteet, jotka vaativat yksityisyyttä, tapahtuvat meluisassa ympäristössä, tai joissa käyttäjän näköaisti/kädet ovat varattuina muihin toimintoihin. Lisäksi useamman syötemodaliteetin yhdistämisellä voidaan helpottaa syötteen tulkintaa ja vähentää tunnistusvirheitä. Tästä syystä multimodaalinen käyttöliittymäratkaisu soveltuu erityisesti sellaisiin järjestelmiin, joissa käytetään tunnistukseen perustuvaa modaliteettia ja joilta samalla vaaditaan virheettömyyttä ja luotettavuutta.

Multimodaalisen toteutuksen soveltuvuuteen vaikuttaa suuresti myös se, millaisia tehtäviä käyttöliittymässä suoritetaan, ja minkä tyyppistä tietoa käyttäjä joutuu välittämään tehtäviä suorittaessaan. Näiden perusteella voidaan arvioida todennäköisyyttä sille, tulevatko käyttäjät antamaan syötteensä multimodaalisesti vai yksimodaalisesti. Käyttäjät ilmaisevat syötteensä multimodaalisesti todennäköisimmin tilallista kuvausta vaativissa komennoissa (esim. "add", "move", "calculate distance") ja käyttävät lähes pelkästään yksimodaalisia syötteitä yleisissä ohjauskomennoissa (esim. "print", "overlays", "specify constraints for filtering"), joissa ei vaadita tilakuvausta tai näkyvän objektin tunnistamista [Oviatt *et al.*, 1997]. Suunnittelussa tulisi tukea ihmisten luontaista tapaa vaihdella eri modaliteettien ja yhdistelytapojen välillä tehtävän ja kognitiivisen kuormituksen mukaan.

Vaikka käyttöliittymässä tarjottaisiin mahdollisuus usean eri modaliteetin käyttämiseen ja ihmiset luonnostaan kommunikoivat mielellään multimodaalisesti, se ei tarkoita sitä, että käyttäjät automaattisesti osaisivat hyödyntää multimodaalisia mahdollisuuksia. Tämän vuoksi käyttäjiä varten tulee suunnitella opastusta ja neuvontaa. Yankelovich [1996] ehdottaa muutamia tapoja, joissa erilaisten tulosteiden avulla voidaan opastaa

vaihtoehtoisen puhemodaliteetin käyttöön sekä antaa vihjeitä sallituista puhekomennoista. Visuaalisesti voidaan esittää painikkeiden nimet, valikkokomennot tai lista hyväksyttävistä ilmaisuista. Tämän lisäksi voidaan auditiivisesti opastaa käyttäjää oikeanlaisten puhekomentojen käyttöön konkreettisilla esimerkeillä, joissa käyttäjän suorittaessa tehtävää esimerkiksi hiiren avulla tietokone ilmaisee puhetulosteena kyseisen toiminnon suorittamiseen tarvittavan puhekomennon.

5. Yhteenveto

Multimodaalisilla käyttöliittymillä on monia potentiaalisia etuja. Niiden avulla voidaan saavuttaa laajempi käyttäjien sekä käyttötilanteiden kirjo kuin pelkästään yhteen modaliteettiin perustuvilla käyttöliittymillä. Lisäksi voidaan helpottaa niin käyttäjien kuin järjestelmänkin toimintaa. Käyttäjille voidaan tarjota luonnollisempi, joustavampi ja kognitiivisesti vähemmän kuormittava vuorovaikutustapa. Järjestelmän suorituskykyä voidaan puolestaan tehostaa ja virhetulkintoja vähentää. Näiden etujen saavuttaminen asettaa suuren haasteen käyttöliittymäsuunnittelulle. Suunnittelijan on otettava huomioon monenlaisia näkökulmia löytääkseen järjestelmään parhaiten soveltuvan modaliteettien yhdistelmän ja yhdistelytavan.

Toisaalta suunnittelijan on myös osattava arvioida, onko multimodaalisuuden toteuttaminen ylipäättään tarpeellista tai kannattavaa kyseisen järjestelmän kannalta. Käyttöliittymällä suoritettavien tehtävien luonne vaikuttaa siihen, tulevatko käyttäjät todennäköisemmin käyttämään multimodaalista vai yksimodaalista syötetapaa. Toisaalta multimodaalisen ratkaisun käytettävyyteen vaikuttavat oletettujen käyttäjien ja käyttötilanteiden ominaisuudet sekä käytettävissä oleva tekniikka.

Multimodaaliset käyttöliittymät tulevat varmasti yleistymään tulevaisuudessa tekniikan kehittymisen myötä. Uusiin laitteisiin tarvitaan uudenlaisia vuorovaikutustapoja, toisaalta luotettavampien ja helppokäyttöisempien tunnistuslaitteiden kehittyminen kannustaa ottamaan laajempaan käyttöön uusia syöte- ja tulostetapoja, kuten luonnolliseen puheeseen ja silmänliikkeisiin perustuvia syötteitä. Tässä tutkimuksessa modaliteetteja sekä niiden soveltuvuutta ja yhdisteltävyyttä tarkasteltiin tämän hetkisen teknologian ja tutkimustulosten pohjalta. Koska ala on jatkuvan kehityksen ja lisääntyvän kiinnostuksen kohteena, on aiheen säännöllinen uudelleentarkastelu välttämätöntä ajantasaisen tiedon ylläpitämiseksi.

Viiteluettelo

- [BCI, 2005] Teknillisen korkeakoulun aivokäyttöliittymiä tutkivan tutkimusryhmän kotisivut. <http://www.lce.hut.fi/research/bci/> (23.5.2005).
- [Billinghurst, 1998] Mark Billinghurst, Put that where? Voice and gesture at the graphics interface. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics* **32**, 4 (Nov.1998), 60-63.
- [Bolt, 1980] Richard Bolt, Put that there: Voice and gesture at the graphics interface. *ACM Computer Graphics* **14**, 3 (1980), 262–270.
- [COGAIN, 2005] Communication by Gaze Interaction -verkoston kotisivu. <http://www.cogain.org/> (23.5.2005).
- [Jain and Ross, 2004] Anil K. Jain and Arun Ross, Multibiometric systems. *Communications of the ACM* **47**, 1 (Jan. 2004), 34-40.
- [Koons *et al.*, 1993] David B. Koons, Carlton J. Sparrell, and Kristinn R. Thorisson, Integrating simultaneous input from speech, gaze and hand gestures. In: Mark Maybury (ed.), *Intelligent Multimedia Interfaces*. MIT Press: Cambridge, MA, 1993, 257-276.
- [Lehtonen ja Sams, 2003] Janne Lehtonen ja Mikko Sams, Ajatus ohjaa tietokonetta. *Tiede* **2** (2003), 46-47. Also available <http://www.tiede.fi/arkisto/artikkeli.php?id=348&vl=1999> (23.5.2005).
- [Nigay and Coutaz, 1993] Laurence Nigay and Joelle Coutaz, A design space for multimodal systems: concurrent processing and data fusion. In: *Proceedings INTERCHI'93*, 172-178.
- [Nintendo, 2005] Nintendon DS-pelikonsolin esittelysivu. <http://www.nintendo.com/systemsds> (23.5.2005).
- [Olwal and Feiner, 2003] Alex Olwal and Steven Feiner, Using prosodic features of speech and audio localization in graphical user interfaces, Technical report, June 2003. Available as <http://computing.breinstorm.net/user+audio+localization+columbia+interfaces/> (23.5.2005).
- [Oviatt, 2001] Sharon Oviatt, Designing robust multimodal systems for universal access. In: *Proceedings of the 2001 EC/NSF workshop on Universal accessibility of ubiquitous computing: providing for the elderly*, 71-74.
- [Oviatt, 1996] Sharon Oviatt, Multimodal interfaces for dynamic interactive maps. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (1996), 95-102.

- [Oviatt, 1999] Sharon Oviatt, Ten myths of multimodal interaction. *Communications of the ACM* **42**, 11 (Nov. 1999), 74-81.
- [Oviatt et al., 2004] Sharon Oviatt, Rachel Coulston, and Rebecca Lunsford, When Do We Interact Multimodally? Cognitive load and multimodal communication patterns. In: *Proceedings of the 6th ICMI (2004)*, 129-136.
- [Oviatt et al., 1997] Sharon Oviatt, Antonella DeAngeli, and Karen Kuhn, Integration and synchronization of input modes during multimodal human-computer interaction. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (1997)*, 415-422.
- [Reeves et al., 2004] Leah M. Reeves et al., Guidelines for multimodal user interface design. *Communications of the ACM* **47**, 1 (Jan. 2004), 57-59.
- [Schomaker et al., 1995] Schomaker et al., A taxonomy of multimodal interaction in the human information processing system. *Report of the Esprit Project 8579 MIAMI (1995)*, Available as <http://hwr.nici.kun.nl/~miami/taxonomy/taxonomy.html> (23.5.2005).
- [SID, 2004] Markku Turunen ja Esa-Pekka Salonen, Tampereen yliopiston Speech Interface Design -kurssin luentomateriaali. Available as: <http://www.cs.uta.fi/sid/materials/SID2004-lecture1.pdf> (23.5.2005).
- [Suhm, 2003] Bernhard Suhm, Towards best practices for speech user interface design. In: *Proceedings of EuroSpeech 2003*, 2217-2220.
- [Yankelovich, 1996] Nicole Yankelovich, How do users know what to say?. *Interactions* **3**, 6 (Nov./Dec. 1996), 32-43.

Verkko-opetus

Jaakko J. Naakka

Tiivistelmä.

Tässä työssä käsitellään verkko-opetusta, sen tuomia mahdollisuuksia ja rajoituksia. Erityisen tarkastelun kohteena ovat käyttäjien mielipiteet ja verkko-opetuksen hyödyt ja haitat sekä oppilaan että opettajan näkökulmasta. Tarkemman tarkastelun alla ovat erilaisten kurssinhallintajärjestelmien käytöstä sekä tietotekniikan että tilastotieteen verkko-opetuksesta saadut kokemukset. Tutkimustulosten perusteella voidaan sanoa, että erot oppimistuloksissa eivät ole suuria perinteisesti opiskeleviin ryhmiin verrattuna, mutta verkko-opetus voi olla hyödyllistä monesta muusta syystä ja se voi helpottaa oppimista tai opettaa kokonaan uusia taitoja.

Avainsanat ja -sanonnat: Tietokoneavusteinen opetus, verkko-opetus.

CR-luokat: 38.221, 38.295, 38.296.

1. Johdanto

Tässä tutkielmassa käsitellään verkko-opetusta. Verkko-opetus liittyy läheisesti tietokoneavusteiseen opetukseen, jota on tutkittu jo 60-luvulta lähtien [Silvern and Silvern, 1966]. Nykyiset verkkotekniikat, esimerkiksi Flash ja Shockwave, mahdollistavat monipuolisten verkkoympäristöjen laatimisen, eikä erillisille ohjelmistoille ole enää tarvetta. Vielä 90-luvulla suositut cd-rom-opetusohjelmat ovat jo jäämässä historiaan. Verkko-opetus antaa myös uusia mahdollisuuksia etäopetukselle, ja laitteistoriippumattomuuskin on suuri etu perinteisiin opetusohjelmiin verrattuna. Enää ei ole merkitystä käytetäänkö esimerkiksi Windows-, Linux- tai Mac-käyttöjärjestelmiä. Nähtäväksi jää millaiseen asemaan mukana kannettavat, verkkoyhteydellä varustetut mobiililaitteet tulevat nousemaan verkko-opetuksessa.

Tämä tutkimus avaa näkökulman sekä tietokoneavusteisen opetuksen historiaan, että tämän hetken verkko-opetukseen. Tietokoneavusteiselle opetukselle asetetut tavoitteet on tällä hetkellä asetettu suurilta osin verkko-opetuksen harteille. Tämä tutkimus selvittää mihin verkko-opetuksesta ylipäänsä on, ja erityisesti mitä mieltä käyttäjät, eli opettajat ja oppilaat, siitä ovat.

Seuraavassa luvussa käsittelen tietokoneavusteisen opetuksen taustoja ja historiaa. Erilaiset oppimisteoriat liittyvät läheisesti myös tietokoneavusteiseen opetukseen, ja tulen esittelemään myös niitä. Erityisesti kerron

konstruktivistisesta oppimiskäsityksestä. Se on tällä hetkellä yleisesti käytössä, ja konstruktivistisia periaatteita noudattaen on tehty muun muassa Moodle- [Moodle, 2005] ja Javala -opetusympäristöt [Javala, 2005]. Taustoja kartoittavan luvun jälkeen kerron tarkemmin erilaisista verkko-opetusympäristöistä, niin yleisistä kurssinhallintajärjestelmistä kuin tietojenkäsittelyn ja tilastotieteen opetusta varten tehdyistä verkkosovelluksista. Tarkemmin esittelen verkko-opetuksesta saatuja kokemuksia ja tulen kertomaan oppilaiden ja opettajien mielipiteistä ja verkko-opetuksesta saaduista oppimistuloksista. Tutkielman lopusta löytyvät yhteenveto ja viiteluettelo.

2. Verkko-opetuksen taustat

Verkko-opetus liittyy yleisesti tietokoneavusteiseen opetukseen. Kuten kaikkeen opetukseen, myös verkko-opetukseen liittyvät läheisesti erilaiset oppimisteoriat. Käsittelen niin tietokoneavusteista opetuksen historiaa kuin erilaisia verkko-opetukseen liittyviä oppimisteorioita tarkemmin tässä luvussa.

2.1. Tietokoneavusteinen opetus

Tietokoneavusteinen opetus on saanut alkunsa 1960-luvun alussa [Silvern and Silvern, 1966]. Vielä pitkään opetusohjelmat olivat yksinkertaisia monivalintatehtäviä, mutta tietotekniikan kehittyessä yhä monimutkaisemmat ohjelmat ja simulaatiot ovat tulleet mahdollisiksi. Suurimmat vahvuutensa tietokoneavusteinen opetus onkin näyttänyt juuri erilaisissa simulaatioissa. Kuten aina uusien teknologioiden tullessa niihin liittyy paljon pelkoja ja liian suuria toiveita. Näin on käynyt myös tietokoneavusteisen opetuksen kanssa. Kuten Silvern ja Silvern [1966] sanovat, tietokoneavusteinen opetus pelottaa ja uhkaa, mutta samalla se on kuin valo tunnelin päässä. Nykyään tietokoneavusteisesta opetuksesta ei puhuta aivan tähän sävyyn, eikä oikean opettajan täydelliseen korvaamiseen koneella taida enää uskoa kukaan kuten 60-luvulla.

Vaikka edellä kuvattu voikin tuntua ylilyönniltä, voi joillain aloilla tietokoneiden tuoma apu olla korvaamaton oppilaan oppimisen kannalta. Esimerkiksi erilaiset fysiikan lakien simulointiohjelmat voivat antaa oppilaalle hyvän käsityksen vaikkapa kuun painovoimasta ilman että oppilasta tarvii lennättää kuuhun asti painovoimaa kokeilemaan. Tietokoneavusteinen opetus voi olla myös turvallisempaa kuin esimerkiksi kemian kokeiden suorittaminen laboratoriossa, tietokonesimulaatioissa ei ole vaaraa räjäyttää itseään kokeiden tuloksena. Tietokoneavusteisessa opetuksessa jää suuri vastuu oppijalle itselleen, eikä oppija voi olla täysin passiivinen [Chambers and Sprecher, 1980] kuten vaikka massaluentoja takarivistä seuraava luokkakaveri.

2.2. Verkko-opetus

Termi verkko-opetus voidaan määritellä monella eri tavalla. Yleisesti verkko-opetuksella tarkoitetaan kaikkea avoimessa tai esimerkiksi yliopiston tai yrityksen suljetussa verkossa tapahtuvaa opetusta [Lifländer, 1999]. Verkko-opetus ei välttämättä koske pelkästään etäopetusta, vaan verkko-opetusta voidaan hyödyntää myös monimuoto-opetuksessa, jolloin verkko voi toimia esimerkiksi tehokkaana materiaalin jakelukanavana ja luokkahuoneen virtuaalisena jatkeena. Usein puhutaan myös Internet-opetuksesta kun opetus tapahtuu Internetin välityksellä.

Verkko-opetuksen parhaat puolet tulevat esiin etäopetuksessa. Tällöin opiskelija voi opiskella silloin kuin haluaa ja mistä haluaa. Paikalla ja ajalla ei enää ole väliä, kunhan oppijalla on tarvittavat välineet saatavilla. Oppijan motivaatiotakaan ei voida unohtaa, vastuu oppimisesta jää verkko-opetuksessa usein oppijan harteille. Verkko-opiskelussa on havaittu myös muita hyviä puolia aika- ja paikkariippumattomuuden lisäksi: tutkimusten mukaan verkko-opetus on jopa 30 % tehokkaampaa kuin perinteinen luokkahuoneessa tapahtuva opetus, ja verkko-opetusympäristössä voi helposti saada henkilökohtaisempaa opastusta kuin kiireiseltä professorilta [Steed, 1999]. Myös muissa tutkimuksissa on saatu verkko-opetuksen tehokkuudesta saman suuntaisia tuloksia [Haataja et al., 2001]. Näitä tutkimustuloksia ei voi kuitenkaan ottaa itsestäänselvyysinä, ja joissain tapauksissa on havaittu jopa päinvastaisia tuloksia [McDonald et al., 2004].

2.3. Verkko monimuoto-opetuksessa

Perinteiseen luokkahuoneopetukseen on jo pitkään yhdistetty muutakin kuin vain opettajan pitämät oppitunnit ja kuvilla ja tekstillä varustetut oppikirjat. Esimerkiksi videoita on käytetty jo pitkään havainnollistamassa opetusta. Monimuoto-opetuksessa verkon vahvuus tulee esille tehokkaana jakelukanavana. Tänä päivänä Internet-yhteydet löytyvät monesta suomalaiskodista ja kaikilla koululaisilla ja opiskelijoilla on mahdollisuus käyttää Internetiä vähintään koulussa. Sähköisessä muodossa olevan opetusmateriaalin jakaminen on helppoa, halpaa ja vaivatonta. Internetin välityksellä voidaan siirtää niin tekstiä, kuvaa, ääntä kuin videokuvaakin. Näin voidaan helposti siirtää opettajan alkuperäiset luentokalvot ja niihin liitetyt videopätkät suoraan opiskelijan omalle koneelle myöhempää tarkastelua varten. Useilla oppilaitoksilla on käytössä jonkinlainen kurssinhallintajärjestelmä (course-management system) kuten esimerkiksi Moodle [Moodle, 2005], WebCT [WebCT, 2005], Blackboard [Blackboard, 2005] tai vielä muutama vuosi sitten saatavilla ollut Lotus LearningSpace. Näiden avulla materiaalin

jakaminen on helppoa, ja usein ne tarjoavat hyvät mahdollisuudet myös erilaisten keskustelualueiden käyttöä ja kotitehtävien palautusta varten

2.4. Tietokoneavusteisen opetuksen huonoja puolia

Mikään ei voita perinteistä luokkaopetusta opetuksessa [Steed, 1999]. Perinteisessä luokkaopetuksessa opiskelijoiden sosiaalinen kanssakäyminen on aivan erilaista kuin verkko-opetuksessa. Vaikkakin nykyiset verkkotekniikat mahdollistavat monipuolisen kommunikoinnin, esimerkiksi reaaliaikaisen keskustelun VoIP-puheluiden muodossa tai jopa videoneuvottelun riittävän nopean verkkoyhteyden ansiosta, ei kasvokkain tapahtuvaa keskustelua tehokkaampaa ja luonnollisempaa kanssakäymisen muotoa ole. Vaarana voi olla että pelkästään verkossa opiskellen ei opi esimerkiksi tänä päivänä niin tärkeitä ryhmätyöskentelytaitoja. Verkko-opetus voi kuitenkin joissain tilanteissa olla ainoa toimiva vaihtoehto, ja hyvin toimivalla keskusteluryhmällä voidaan jossain määrin korvata kasvokkain tapahtuvaa kanssakäymistä.

Monelle opiskelijalle etäopetus ei yksinkertaisesti sovi. Itsensä motivointi voi osoittautua ongelmaksi, ja moni haluaa erottaa vapaa-ajan ja opiskelun täysin eri tiloihin, kotiin ja kouluun. Monella kotona on aivan liikaa häiriötekijöitä, eikä etäopiskelu kotona yksinkertaisesti ole mahdollista. Vaikka verkko-opiskelu onkin riippumaton ajasta ja paikasta, menevät useat opiskelijat silti koulunsa mikroluokkaan opiskelemaan.

Yksi tietokoneavusteisen opetuksen vaaroista on se, että tietokoneita käytetään vain siksi että uutta, entistä hienompaa teknologiaa on saatavilla [Klassen and Vogel, 2003]. Verkko-opetus vaatii sekä opettajalta että opiskelijalta täysin uusia taitoja, ja teknologiahuumassa nämä taidot ja niiden hankkiminen saattavat täysin unohtua. Klassenin ja Vogelien [2003] mukaan tietokoneavusteista opetusta ei tulisi käyttää vain koska meillä on siihen mahdollisuus, vaan myös tietokoneavusteisessa opetuksessa pitäisi edetä pedagogisiin teorioihin nojaten ja oppijan asettamilla ehdoilla.

2.5. Verkko-opetuksen kasvatustieteellisiä teorioita

Kuten kaikkeen oppimiseen, myös verkko-opetukseen ja tietokoneavusteiseen opetukseen liittyvät läheisesti erilaiset pedagogiset teoriat. Esittelen erityisesti konstruktivismia, joka on tällä hetkellä yksi vallassa olevista teorioista ja jonka varaan useat verkko-opetusympäristöt on rakennettu.

Konstruktivismissa tärkeintä on asioiden syvä ymmärtäminen ja käsitteiden kehittäminen [Fosnot, 1996]. Konstruktivistisen teorian mukaan tieto ei ole vain tiedon siirtämistä opettajalta tai oppikirjasta opiskelijan päähän, vaan

oppimisprosessi on tiedon rakentamista vanhan tiedon varaan [Dougiamas, 1998]. Monet verkko-opetusympäristöt perustuvatkin luontevasti konstruktivistiseen opetuskäsitykseen, sillä verkko-opetuksen yksi suurimmista vahvuuksista on jaettu osaaminen ja opiskelijoiden välillä tapahtuva vertaisopetus [Lifländer, 1999]. Verkko-opetuksessa konstruktivismi tulee esille myös oppimisvastuun siirtymisessä opettajalta oppijalle. Oppija ohjaa itse omaa oppimistaan ja voi helposti lukea opetusmateriaalia ja tehdä niihin liittyviä tehtäviä omaan tahtiin. Esimerkiksi Moodle-kurssinhallintajärjestelmä [Moodle, 2005] ja Javala [Javala, 2005] perustuvat vahvasti konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen.

Seuraavassa luvussa esittelen erilaisia verkko-opetusympäristöjä ja miten niissä on huomioitu erilaiset opetusteoriat.

3. Verkko-opetusympäristöt

Tässä luvussa esittelen erilaisista verkko-opetusympäristöistä saatuja tutkimustuloksia, sekä kerron opiskelijoiden ja opettajien suhtautumisesta verkko-opetukseen. Ensin esittelen yleisiä kurssinhallintajärjestelmiä ja niistä tehtyjä tutkimuksia, ja sen jälkeen erityisesti tietotekniikan ja tilastotieteen opetukseen käytettäviä opetusympäristöjä.

3.1. Kurssinhallintajärjestelmät

Erilaiset kurssinhallintajärjestelmät ovat korvaamaton apu nykypäivän oppilaitoksille ja yrityksille. Usein ne koostuvat työkaluista, joilla voi esimerkiksi listata kurseja, hoitaa kurseille rekisteröinnin, käydä keskustelua erilaisilla reaaliaikaisilla keskustelualueilla ja jakaa opetusmateriaalia ja hoitaa harjoitustehtävien palautuksen [Steed, 1999].

WebCT on yksi käytetyimmistä kurssinhallintajärjestelmistä. Täysin kaupallisena tuotteena sen vahvuuksiin kuuluvat hyvä tuki valmistajalta ja hyvät käyttöohjeet. Siinä on kuitenkin joitain huonoja puolia verrattaessa esimerkiksi Moodleen, yhteen sen suurimmista kilpailijoista. Täysin kaupallinen WebCT ei ole kokonaan käyttäjän muokattavissa, ja tämän takia esimerkiksi Darbhamulla ja Lawhead [2004] olivat sitä mieltä että se ei mukaudu tarpeeksi oppijan vaatimuksiin.

Toinen suosittu järjestelmä Moodle on käytössä sadoissa oppilaitoksissa ja se on käännetty jo 27 kielelle [Dougiamas and Taylor, 2003]. Moodle toimii täysin eri periaatteella kuin esimerkiksi WebCT: se perustuu vapaan lähdekoodin ajatukseen ja se on täysin vapaasti kaikkien kopioitavissa ja muokattavissa omiin tarpeisiin sopivaksi. Vaikka Moodle häviääkin esimerkiksi dokumentoinnissa kaupallisille kilpailijoilleen, on sen vahvuus,

kuten usein vapaan lähdekoodin ohjelmistoissa, todella aktiivinen käyttäjäyhteisö. Moodle-yhteisöstä löytyy paljon ihmisiä, jotka kehittävät sitä jatkuvasti ja rakentavat siihen lisäosia, niin sanottuja moduuleita. Vapaaseen lähdekoodiin perustuva järjestelmä voi olla monelle jo riittävä syy valita kyseinen järjestelmä käyttöön, esimerkiksi Pohjolan, Suomi-yhtiön, säästöpankkien ja Ilmarisen yhteiseen Loisto-projektiin valittiin Moodle nimenomaan sen vapaan lähdekoodin riskittömyyden takia [Moodle Case, 2005]. Myös kustannustekijät puolsivat Moodlen valintaa.

Moodlen lisämoduulien tekeminen on verrattain helppoa. Suurin ongelma on riittävän dokumentoinnin puute, mutta Moodlen lähdekoodi on varsin hyvin kommentoitua ja esimerkkimoduuleita on paljon saatavilla. Näiden avulla voi helposti rakentaa omia moduuleita, kunhan vain php-kielen perusteet ovat hallussa. Moodle tarjoaa valtavan määrän valmiita funktioita esimerkiksi tietokannan käsittelyyn ja käyttöliittymän tulostukseen. Näiden ansioista kaikki moduulit toimivat luotettavasti ja niiden ulkoasu sopii Moodlen värimaailmaan. Moodlen mukana toimitetaan paljon jo olemassa olevia moduuleita. Näitä ovat esimerkiksi keskustelualueet, chatit, sekä erilaiset tehtävät ja kyselyt.

WebCT:n käytöstä on olemassa joitain tutkimuksia. Esimerkiksi Goldberg [1997] on tutkinut WebCT:n käyttöä tietotekniikan opetuksessa. Hänen tutkimuksessaan ensimmäisen vuoden tietotekniikan opiskelijat jaettiin kolmeen eri ryhmään: yksi ryhmä opiskeli perinteisesti luokahuoneessa, toinen kokonaan verkon välityksellä, ja kolmannen ryhmän opiskelijoilla oli mahdollisuus osallistua sekä luokahuoneopetukseen että käyttää verkkomateriaalia oppimisen apuna. Lopulliset oppimistulokset olivat parhaat kolmannella ryhmällä. Yleisesti ottaen opiskelijat Goldbergin tutkimuksessa pitivät verkko-opetuksesta ja pitivät sitä hyödyllisenä. Goldbergin tutkimuksessa tuli esille myös verkko-opetuksen huonoja puolia. Tietokoneavusteisessa opetuksessa voidaan helposti unohtaa opiskelun sosiaalinen puoli ja opiskelijoiden välinen kanssakäyminen. Vaikka WebCT mahdollistaa opiskelijoiden välisen vuorovaikutuksen erilaisten keskustelualueiden avulla, vain 62 % ensimmäisen vuoden opiskelijoista oli sitä mieltä, että verkko-materiaalin ansiosta heillä oli suurempi yhteisöllisyyden tunne. Goldberg oli tehnyt vastaavan tutkimuksen kolmannen vuoden tietotekniikan opiskelijoiden kanssa. Heistä 85 % koki suurempaa yhteisöllisyyden tunnetta verkko-materiaalin ansiosta. Eroja voidaan selittää ehkä sillä, että kolmannen vuoden opiskelijat olivat tottuneempia WebCT:n käytössä ja osasivat paremmin hyödyntää sen keskustelualueita.

Klobas ja Renzi [2003] tekivät tutkimuksen italialaisessa Bocconin yliopistossa. He käyttivät Lotus LearningSpace -järjestelmää vuosien 1999 ja 2002 välillä hyvin erilaisiin tarkoituksiin. Lotus LearningSpace on kaupallinen ohjelmisto, joka voidaan räätälöidä asiakkaan tarpeiden mukaiseksi. Bocconin yliopistossa ohjelmistoa käytettiin hyvin monipuolisesti sekä pelkkänä materiaalin jakelukanavana että kehittyneenä verkko-opetusympäristönä, jossa oli mahdollista tehdä erilaisia tehtäviä ja käydä keskustelua oppilaiden ja opettajien kanssa.

Klobas ja Renzi tekivät myös kattavaa tutkimusta sekä oppilaiden että opettajien mielipiteistä uutta verkkojärjestelmää kohtaan. Ensimmäisen vuoden jälkeen tehdyssä kyselyssä noin 56 % opiskelijoista piti LearningSpace-järjestelmää hyödyllisenä. Syyslukukautena 2001 noin 20 % kaikista tarjotuista kursseista käytti LearningSpacea jotenkin hyväkseen, ja kevätlukukautena 2002 määrä oli noussut jo 25 prosenttiin. Nopea kasvu ja verkko-opetuksen suosio johtui suurimmaksi osaksi opiskelijoiden painostuksesta verkon käytön lisäämiseksi.

Woods et al. [2004] tutkivat Blackboard-järjestelmän käyttöä yhdysvaltalaisissa yliopistoissa. Heidän tutkimukseen osallistui 862 henkilökunnan jäsentä, joilta kysyttiin heidän tavoistaan käyttää Blackboardia perinteisen opetuksen tukena. Suosituimmaksi tavaksi käyttää Blackboardia nousi sen helppous luentomateriaalin jakelukanavana. Blackboardissa olevaa mahdollisuutta lähettää sähköpostia kaikille kurssille osallistujille käytti 61 % vastaajista ja 59 % käytti järjestelmän mukana olevaa opiskelijoiden arviointityökalua. Yli puolet vastaajista ei koskaan käyttänyt Blackboardin kehittyneempiä toimintoja kuten kyselyitä tai tehtävien palauttamista.

Useimmissa kurssinhallintajärjestelmissä, kuten Blackboardissakin, on lukuisia erilaisia mahdollisuuksia opiskelijoiden väliseen sosiaaliseen kanssakäymiseen. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi erilaiset keskustelualueet ja reaaliaikaiset chatit. Kuitenkin Woods et al. [2004] raportoivat, että heidän tekemään tutkimukseen osallistuneista opettajista vain 11 % sanoi käyttävänsä näitä toimintoja. Suurin syy käyttää erilaisia keskustelualueita oli se, että monet opiskelijat eivät kuitenkaan avaa suutaan luokkahuoneessa, mutta keskustelualueella esimerkiksi toisten töiden kommentointi on kasvottomampaa ja siten monelle helpompaa.

Tutkimuksen [Woods et al., 2004] tulokset näyttävät siltä, että ainakin tässä tapauksessa Blackboardia käytettiin enimmäkseen vain hyvin kehittyneenä www-sivustona, jonne on helppojen päivitystyökalujen ansiosta vaivatonta lisätä luentomateriaalia ja muuta tietoa kurssista. Verkko-opetusympäristöt

voivat olla myös huomattavasti kehittyneempiä, kuten seuraavassa luvussa esitellyt järjestelmät.

3.2. Tietojenkäsittelyn opetus verkossa

Tietojenkäsittelyn opetusta on opetettu muihin aloihin verrattuna paljon verkossa. Syynä tähän voi olla esimerkiksi se, että sekä tietojenkäsittelyn opettajat että opiskelijat työskentelevät yleensä luontevasti tietokoneiden parissa, eikä niiden käytön lisäämiseen ole mitään erityistä kynnystä. Tietokoneavusteiset opetusympäristöt voivat olla suureksi hyödyksi tietojenkäsittelyn opetuksessa. Esimerkiksi ohjelmoinnin opetus ensimmäisen vuoden yliopisto-opiskelijoille voi olla usein vaikeaa ohjelmointikielten abstraktin luonteen ja kääntäjien asennuksen ja muiden laitteisiin liittyvien ongelmien takia [Truong et al., 2003]. Truong et al. tekivät opetusympäristön, jossa he yrittivät selvittää molemmat näistä ongelmista.

Truong et al. tekivät tutkimuksen Queenslandin yliopistossa, Australiassa. Siellä ongelmana oli ensimmäisen ohjelmointikurssin keskenjättäneiden suuri määrä, vain noin 65 % kurssin aloittaneista opiskelijoista suoritti kurssin loppuun asti. Lukukauden puolella välissä tehty tutkimus antoi hyvää palautetta kehitetystä opetusympäristöstä. Opiskelijat pitivät sen käytöstä ja pitivät sitä hyödyllisenä. Suurin hyöty oli se, että järjestelmä käänsi ohjelmat oppilaiden puolesta eikä heidän tarvinnut asentaa itse kääntäjiä.

Samantapainen lähestymistapa on otettu myös Tampereen teknillisen yliopiston Javala-opetusympäristössä [Javala, 2005]. Javala pohjautuu vahvasti konstruktivistiseen oppimisteoriaan, jonka mukaan opetusvastuu on oppijalla ja oppija voi vapaasti rakentaa uutta tietoa jo osaamansa varaan [Dougiamas, 1998]. Javalassa opiskelija voi tehdä ohjelmointitehtäviä omaan tahtiinsa ja siinä järjestyksessä kuin haluaa. Javalasta löytyy opetusmateriaalia, ja lisäksi tehtäviä jotka tehdään pelkästään nettiselainta käyttämällä. Järjestelmä myös pisteyttää opiskelijan tehtyjen tehtävien lukumäärän perusteella ja antaa myös vinkkejä jos ohjelmakoodissa on virheitä.

Tietokoneavusteinen opetus ja verkko-opetus tuntuvat sopivan varsin hyvin erityisesti ohjelmoinnin opetukseen. Tällöin vältytään monilta aloittelevia ohjelmoijia häiritseviltä ongelmilta, kuten kääntäjien asennukselta [Truong et al., 2003]. Myös muita tietojenkäsittelyopin kursseja on opetettu verkkokursseina. Esimerkiksi McDonald et al. [2004] opettivat verkossa tietokantoihin liittyvää kurssia. He vertasivat oppimistuloksia perinteisesti luokassa ja täysin verkossa opiskelleiden ryhmien välillä, ja huomasivat että verkko-opetukseen osallistunut ryhmä ei saanut yhtä hyviä tuloksia lopullisessa arvioinnissa. Syitä tähän haettiin muun muassa verkkokurssin

rakenteesta, joka oli lähes identtinen perinteiseen kurssiin verrattuna fyysistä luokkahuonetta lukuun ottamatta. He arvioivat myös että tietokantoihin liittyvä kurssi voi hyötyä enemmän kasvokkain tapahtuvasta keskustelusta kuin esimerkiksi ohjelmointikurssit.

Tietotekniikan verkko-opetuksessa yhdeksi vahvimaksi puoleksi on havaittu ohjelmoinnin johdantokursseilla ympäristön käytön helppous ja se, että aloittelevien opiskelijoiden ei tarvitse kääntää ohjelmia itse [Truong et al., 2003]. Tämä on varmasti totta ja kuten Truong et al. [2003] sanoivat, yksi suurimmista syistä heidän ohjelmointikurssin suureen keskenjättäneiden määrään oli juuri tietokoneisiin ja tarvittavien ohjelmien asentamiseen liittyvät ongelmat. Tällainen lähestymistapa toimii varmasti hyvin ja on täysin perusteltu johdantokursseilla, joissa pääpainon pitäisikin olla ongelmanratkaisussa ja ohjelmoinnin alkeiden opettelussa. Kovin pitkälle tällaistaakaan ei kuitenkaan kannata jatkaa, sillä kyllä jokaisen tietotekniikkaa opiskelevan pitäisi jossain vaiheessa osata itse asentaa sopivan ohjelmointikielen kääntäjä ja kääntää omat ohjelmansa.

3.3. Tilastotieteen opetus verkossa

Tilastotieteen opetusta verkossa on tutkittu jonkin verran. Myös tilastotieteissä verkko-opetuksesta saadut oppimistulokset näyttävät olevan melko samanlaisia verrattuna perinteiseen luokkaopetukseen.

Suanpang et al. [2004] vertasivat opiskelijoiden menestystä Business Statistics -kurssilla. Tutkimus tehtiin Suan Dusit Rajabhat -yliopistossa Thaimaassa. He olivat jo pitkään opettaneet samaa kurssia etäopetuksena videoneuvotteluvälineiden avulla, mutta tästä saadut tulokset eivät olleet kovin hyviä. Suurimmat ongelmat liittyivät opettajan ja oppilaan väliseen vuorovaikutukseen. Vaikka videoneuvottelu voikin olla täysin paikasta riippumatonta, ei se tässä tapauksessa ollut kuitenkaan aikariippumatonta, joka olisi ollut tarpeen useille etäopiskelijoille. Näiden ongelmien takia kurssilla päätettiin kokeilla kokonaan ajasta ja paikasta riippumatonta verkko-opetusta, joka toteutettiin Blackboard-opetusympäristön avulla.

Verkko-opetusosio pohjautui moniin eri kasvatustieteellisiin teorioihin, muun muassa konstruktivismiin ja yhteistoiminnalliseen oppimiseen. Opiskelijat tekivät harjoituksia sekä yksin että ryhmissä. Opetusympäristö sisälsi myös sekä synkronisia että asynkronisia viestintämahdollisuuksia opiskelijoiden keskinäistä ja myös opiskelijoiden ja opettajan välistä viestintää varten. Myös harjoitusten palautus hoidettiin kokonaan Blackboardin avulla.

Tutkimuksesta saadut tulokset olivat varsin positiivisia ja varsinkin opiskelijoiden suhtautuminen verkko-opetukseen oli hyvä. Opiskelijat

vastasivat kyselyyn kurssin alussa ja lopussa, ja verkko-opetuksen laatu näkyi myös opiskelijoiden suhtautumisessa itse tilastotieteeseen. Vaikka kaikkien opiskelijoiden asenne tilastotiedettä kohtaan oli suunnilleen sama kurssin alussa, oli kurssin jälkeen tehdyssä kyselyssä verkko-kurssin suorittaneilla huomattavasti positiivisempi asenne myös tilastotiedettä kohtaan kuin perinteisesti opiskelleilla opiskelijoilla.

Hong et al. [2003] tutkivat myös tilastotieteen opetusta verkossa. Järjestelmä oli suunniteltu tukemaan ongelmalähtöistä opetusta, ja opetus oli järjestetty kokonaan verkossa kurssin alussa järjestettyä muutamaa yhteistä tapaamista lukuun ottamatta. Suurin osa kurssille osallistuneista 26 opiskelijasta piti verkko-opetuksesta. Suurin osa opiskelijoista oli sitä mieltä, että verkkoympäristö auttoi heitä kommunikoimaan paremmin sekä opettajien että muiden opiskelijoiden kanssa, vaikkakin jotkut sanoivat että joihinkin ongelmiin olisi tarvinnut vastauksen saman tien. Nyt opettajien vastauksia ongelmiin joutui odottamaan jonkin aikaa. Suurin osa kyselyyn vastanneista oli myös sitä mieltä että verkko-opetus oli tehokasta, vaikka opiskelijoiden oppimistuloksissa ei havaittu merkittäviä eroja aiempiin kursseihin verrattuna. Opiskelijat pitivät verkko-opetusta muutenkin hyödyllisenä, loppukyselyssä monet ilmoittivat positiivisena asiana tietokonetaitojen ja yleisen suhtautumisen tietokoneita kohtaan parantuneen kurssin aikana. Myös verkko-opetuksen mukanaan tuomaa vapautta osattiin arvostaa, kun opiskelijat eivät enää olleet ajasta eikä paikasta riippuvaisia.

4. Yhteenveto

Verkko-opetusta tullaan varmasti näkemään vielä pitkään. Se on yleensä halpa ja usein varsin luonteva jatke perinteiselle luokkaopetukselle. Monilla aloilla kehittyneempien opetusympäristöjen käytöstä on saatu hyviä kokemuksia ja opetusympäristöt on havaittu selvästi hyödyllisiksi [Truong et al., 2003]. Näyttää myös siltä että opiskelijat pitävät verkko-opetusympäristöjen tuomista mahdollisuuksista ja vaativat verkkomateriaalin lisäämistä [Klobas and Renzi, 2003].

Kannattaa kuitenkin muistaa että tietokoneavusteista opetusta ei pitäisi käyttää vain koska meillä on yhä hienompia opetusympäristöjä, vaan pitäisi edetä oppijan ehdoilla ja pedagogisiin teorioihin nojaten [Klassen and Vogel, 2003]. Vaikka joissain tutkimuksissa verkko-opetuksen on havaittu olevan jopa 30 % tehokkaampaa kuin perinteinen opetus [Steed, 1999], kannatta näihin tuloksiin suhtautua varauksella. Varsinkin tietotekniikan opetuksessa verkossa erot näyttävät olevan hyvin pieniä, tai voivat olla jopa päinvastaisia [McDonald et al., 2004]. Mutta kuten McDonald et al. [2004] sanoivat, on kuitenkin hyvä

muistaa että verkko-opetuksesta voi olla muutakin hyötyä, vaikka oppimistulokset eivät olisikaan niin hyviä kuin perinteisessä opetuksessa. Varsinkin tietotekniikan alalla elinikäinen oppiminen on erittäin tärkeää, eikä missään oppilaitoksessa voida opettaa kaikkia olemassa olevia ohjelmointikieliä tai erityisten, vain tietyn yrityksen käytössä olevien ohjelmistojen käyttöä. Oppilaitosten tehtävänä on enemmänkin antaa perustiedot ja luoda pohja oikeanlaiselle ajattelulle, jonka avulla on helppoa oppia itse lisää. Näitä tärkeitä itseopiskelutaitoja voidaan oppia helposti verkko-opetusympäristöjen avulla. Ja kannattaa myös muistaa, että myös yhä useammat yritykset käyttävät henkilöstönsä kouluttamiseen erilaisia verkko-opetusympäristöjä [Moodle Case, 2005]. Myös Hong et al. [2003] kertovat, että heidän tekemässään tutkimuksessa tilastotieteen opiskelijat ilmoittivat verkko-opiskelun yhdeksi vahvuudeksi samalla opitut tietotekniset taidot ja jonkinlaisen tietokoneiden pelkäämisen vähentymisen.

Lähes kaikissa tässä tutkielmassa esiteltyissä töissä oppimistulokset olivat hyvin lähellä perinteistä opetusta ja opiskelijoiden suhtautuminen verkko-opetusta kohtaan oli hyvä. Tämä ei välttämättä päde kaikkien alojen opetuksessa. On hyvä muistaa että niin tietotekniikka kuin tilastotiedekään eivät perinteisesti pohjautu niin paljon keskustelulle ja väittelylle kuin monet muut alat [McDonald et al., 2004]. Myös nykypäivän tilastotieteilijöiden olettaisi olevan varsin kokeneita tietokoneiden käytössä, ja tämä osaltaan saattaa vaikuttaa opiskelijoiden positiiviseen suhtautumiseen verkko-opetukseen. Mielenkiintoisia eroja saattaisi löytyä jos verkko-opetukseen asennoitumista tutkittaisiin esimerkiksi yhteiskuntatieteissä tai humanistisilla aloilla.

Viiteluettelo

- [Blackboard, 2005] Blackboard-kurssinhallintajärjestelmän kotisivu. <http://www.blackboard.com/> (20.6.2005).
- [Chambers and Sprecher, 1980] Jack A. Chambers and Jerry W. Sprecher, Computer Assisted Instruction: Current Trends and Critical Issues. *Communications of the ACM* **23**, 6 (June 1980), 332 - 342.
- [Darbhamalla and Lawhead, 2004] Ravi Darbhamalla and Pamela Lawhead, Paving the way towards an efficient Learning Management System. *ACM Southeast Regional Conference*, 428-433.
- [Dougiamas, 1998] Martin Dougiamas, A Journey into Constructivism. Available as <http://dougiamas.com/writing/constructivism.html>. Checked 23 February 2005.

- [Dougiamas and Taylor, 2003] Martin Dougiamas and Peter C. Taylor, Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 2003, 1, 171-178. Available as <http://dougiamas.com/writing/edmedia2003/>. Checked 23 February 2005.
- [Fosnot, 1996] Catherine Twomey Fosnot, Constructivism: A Psychological Theory of Learning. In: Catherine Twomey Fosnot (ed.), *Constructivism: Theory, Perspectives and Practice*. Teachers College Press, 1996.
- [Goldberg, 1997] Murray W. Goldberg, WebCT and First Year: Student Reaction to and Use of a Web-Based Resource in First Year Computer Science. *Proceedings of the 2nd conference on Integrating technology into computer science education*. 127 - 129.
- [Haataja et al., 2001] Arto Haataja, Jarkko Suhonen, Erkki Sutinen, and Sirpa Torvinen, High School Students Learning Computer Science over the Web. *Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 3, 2.
- [Hong et al., 2003] Kian-Sam Hong, Kwok-Wing Lai and Derek Holton, Students' Satisfaction and Perceived Learning with a Web-based Course. *Educational Technology & Society* 6, 1.
- [Javala, 2005] Javala-opetusympäristön sivusto. <http://javala.cs.tut.fi/> (23.2.2005).
- [Klassen and Vogel, 2003] Johanna Klassen and Doug Vogel, New Issues Arising from E-Education. In: Anil Aggarwal (ed.), *Web-based Education: Learning From Experience*. Information Science Publishing, 2003.
- [Klobas and Renzi, 2003] Jane Klobas and Stefano Renzi, Integrating Online Educational Activities in Traditional Courses: University-wide Lessons after Three Years. In: Anil Aggarwal (ed.), *Web-based Education: Learning From Experience*. Information Science Publishing, 2003.
- [Lifländer, 1999] Veli-Pekka Lifländer, *Verkko-oppiminen: yhteistoiminnallinen projektioppiminen verkossa*. Edita, 1999.
- [McDonald et al., 2004] Merry McDonald, Brian Dorn and Gary McDonald, A statistical analysis of student performance in online computer science courses. *Technical Symposium on Computer Science Education*, Session: Outcomes assessment, 71-74.
- [Moodle, 2005] Moodle-oppimisalustan kotisivu. <http://moodle.org/> (23.2.2005).
- [Moodle Case, 2005] Pohjolan, Suomi-yhtiön, säästöpankkien ja Ilmarisen Moodlen valinnasta yrityksen henkilöstökoulutuksen opetusympäristöksi

kertova tiedote. http://www.coss.fi/fi/caset/case_Moodle.html
(23.2.2005).

[Silvern and Silvern, 1966] Gloria M. Silvern and Leonard C. Silvern, Computer-assisted instruction: Specification of attributes for CAI programs and programmers. *Proceedings of the 1966 21st national conference*, 57-62.

[Steed, 1999] Colin Steed, *Web-based Training*. Gower Publishing Limited, 1999.

[Suanpang et al., 2004] Pannee Suanpang, Peter Petocz and Walter Kalceff, Student Attitudes to Learning Business Statistics: Comparison of Online and Traditional Methods. *Educational Technology & Society*, 7, 3, 9-20.

[Truong et al., 2003] Nghi Truong, Peter Bancroft and Paul Roe, A web based environment for learning to program. *ACM International Conference Proceeding Series*, 16, 255-264.

[WebCT, 2005] WebCT-oppimisympäristön kotisivu. <http://www.webct.com/>
(27.6.2005).

[Woods et al., 2004] Robert Woods, Jason D. Baker and Dave Hopper, Hybrid structures: Faculty use and perception of web-based courseware as a supplement to face-to-face instruction. *Internet and Higher Education* 7, 281-297.

Verkkopeliyhteisöjen hyödyntäminen opetuspelikäytössä

Hanna Niemi

Tiivistelmä

Verkko-opetuspelit eivät ole saavuttaneet suurta jalansijaa opetuksessa, vaikka verkkopelaaminen itsessään on noussut suureen suosioon. Tähän on osasyynä pelien heikohko laatu ja toteutusresurssien puute. Verkkopeleissä suosiotaan ovat kasvattaneet erityisesti fantasia- tai sota-aiheiset roolipelit, joissa pelaaja luo itselleen hahmon, jota hän ohjailee pelissä kommunikoiden muiden pelaajien kanssa. Tällaisten erilaisten yhteisöjen ja kommunikointitapojen hyödyntäminen opetuksessa voisi kohottaa opiskelumotivaatiota, sekä auttaa esimerkiksi lasta ymmärtämään sosiaalisen kanssakäymisen sääntöjä. Yhteisön toteutuksessa tulee olla hyvin tarkka siitä, millaisella kohderyhmälle peliä ja yhteisöä suunnitellaan. Lasten yhteisön tulee olla huomattavasti tiukempi säännöiltään ja raameiltaan kuin vanhemmille tarkoitettut yhteisöt.

Avainsanat ja -sanonnat: Verkkopelit, verkko-opetuspelit, verkkoyhteisö.

1. Johdanto

Verkkopelaaminen kasvattaa suosiotaan jatkuvasti ja se on syrjäyttämässä hyvää vauhtia tavallisten pc-pelien pelaamisen. Samanaikaisesti kehittyvä teknologia tarjoaa uusia mahdollisuuksia yhä realistisempiin pelisimulaatioihin ja hurjiin kokemuksiin, joihin moni nuori pelaaja jää usein koukkuun. Verkkopelaamisessa yhteisöllisyys korostuu ja nuoret sopivat useammin tapaavansa toisensa verkkopelissä kuin reaali maailmassa. Eritoten monet vanhemmat näkevät tämän kaltaisen kehityksen ongelmana, ja pelkäävät lastensa eristäytyvän reaali maailmasta. Oikein hallittuna verkkopelaamisessa on kuitenkin monia positiivisia puolia, joista yksi on niiden mahdollisuus toimia motivoivana opettajana. Verkkopeliyhteisöt ovat erittäin vahva tekijä verkkopeleissä ja verkossa toimimisessa.

Seuraavassa tutkimuksessa on pyritty löytämään verkkopelien yleisimmät ja toimivimmat yhteisömallit, sekä jo voimassa olevat opetuspeliyhteisöt. Yhteisössä toiminen edesauttaa oppimista moni eri tavoin ja tukee eritoten ihmisen kognitiivisia oppimiskykyjä, mutta siinä on myös monia haittapuolia. Näitä molempia osapuolia on pyritty tarkastelemaan ja ottamaan huomioon eri tavoin tutkimuksessa.

2. Opetus ja verkkopelit

Jotta opetuspelejä olisi todella opetusta tukeva, eikä vain viihteellinen mahdollisuus luistaa todellisesta oppimistilanteesta, tulee opetuspelejä olla hyvin suunniteltu ja toteutettu, jotta se tukisi sekä oppimista, että pelin pelattavuutta ja toimivuutta. Alla on aluksi esitetty teorioita tehokkaaseen oppimiseen, sekä määritelty mitä peleillä todella tarkoitetaan.

2.1. Tehokkaan oppimisen teorit

Ihmisen sanotaan oppivan neljällä eri tyylillä: visuaalisesti eli näkemällä, kuuntelemalla, kirjoittamalla ja tekemällä. Näiden kaikkien neljän osa-alueen tukeminen opetuksessa on erittäin tärkeää, mutta usein opetuksen painotus luokkahuonetilanteessa on vain kuuntelussa ja näkemisessä. Uusien teknologioiden kehitys on mahdollistanut uusien opetusta tukevien järjestelmien toteutuksia, jotka pyrkivät mahdollisimman hyvin kattamaan kaikki neljä oppimisen tyyliä. Yhtenä tällaisena sovelluksena voidaan nähdä myös verkko-opetuspelejä.

Kun nykypäivänä puhutaan oppimisesta saatetaan käytännössä tarkoittaa ihmisen kognitiivisia kykyjä ja tapoja oppia. Tällä tarkoitetaan ihmisen mielen luonnollisten prosessien ja miellehtymien käyttöä ehostamaan oppimiskokemusta. Yhä useammat opetusohjelmien suunnittelijat ovat alkaneet käyttää näitä ihmisen kognitiivisia kykyjä, jotta oppimistapahtuma olisi mahdollisimman luonnollinen ja tehokas [Sklar and Pollack, 2000].

2.2. Pelien määritteet

Arkikielessä pelillä tarkoitetaan lähes mitä tahansa vuorovaikutteista toimintaa, jossa peli reagoi eri tavalla pelaajan toimintoihin ja pelaajat vastavuoroisesti joko peliin tai toisiin peleihin. Peleiksi voidaan ymmärtää esimerkiksi erilaiset tietovisat tai monivalintatehtävät. Peli voidaankin määritellä hyvin monella eri tavoin. Seuraavassa esittelen erilaisten pelien määritelmiä.

Itse sana peli voidaan käsittää hyvin monin eri tavoin. Se koostuu ajanvietteeksi harjoitettavista määrämuotoisista ja -sääntöisistä kilpailuista tai leikeistä, joissa on välineenä kortteja, nappuloita tms. Nykypäivänä pelit sisältävät paljon myös elektroniikkaa [Haarala et. al., 1997]. Se voi olla keinotekoisesti luotu tapahtuma. Siihen voi ottaa osaa yksi tai useampi

pelaaja. Näiden pelaajien toimintaa määrittelevät päämäärä jota pelaajat tavoittelevat ja säännöt miten peliä tulee pelata [TheFreeDictionary.com].

Roolipelissä ihminen käyttäytyy hänen omaksumansa roolin mukaisesti suhteessa toisten rooleihin. Roolipelit ovat ajanvietepelejä joissa kukin pelaaja toimii pelinjohtajan ohjeiden mukaan määräroolissa (soturina, hirviönä tms.) [Haarala et. al., 1997]. Elektronisissa roolipeleissä pelin johtajana voidaan nähdä pelin tekijät ja suunnittelijat. Monet pelit sisältävät elementtejä roolipelaamisesta. Roolipelaaminen keskittyy roolin rakentamiseen ja tämän toimintoihin ja käyttäytymiseen [TheFreeDictionary.com]. Roolipelien yhteydessä puhutaan usein myös MMORPG-peleistä (A massive multiplayer online role-playing game). Tällä tarkoitetaan verkossa toimivaa virtuaalista maailmaa, johon tuhannet eri pelaajat voivat kokoontua pelaamaan valitsemaansa rooliaan. Virtuaalimaailmassa pelaaja voi yleensä valita pelaako hän muiden pelaajien kanssa, vai seikkaileeko hän yksin virtuaalimaailmassa. Esimerkiksi suuren suosion saavuttanut World of Warcraft – peli (WoW) on MMORPG-peli suuressa mittaluokassa, johon ottaa yhtä aikaa osaa tuhannet ihmiset. Näissä peleissä yhteisön rooli on erittäin suuri ja korostunut.

Opetuspeli on suunniteltu opettamaan, yleensä lapsille, tietoa jostakin asiasta. Opetuspelit voivat opettaa myös jotakin taitoja pelaamisen ohessa tapahtuvana luonnollisena toimintona. Tällaista peliä saatetaan kutsutaan myös edugame-peliksi.

2.3. Pelien tämänhetkinen tilanne opetuksessa

Monenlaiset uudet innovaatiot ovat ottaneet paikkansa nykypäivän opetusohjelmissa ja verkon käyttö opetuksen tukena on erittäin suosittua. Varsinaiset verkkopelit eivät ole niinkään saavuttaneet vielä suurta suosiota opetuksessa, mikä johtuu lähinnä pelien huonosta pelattavuudesta. Kritiikkiä on esitetty muun muassa pelien tylsyydestä ja huonoudesta [Mäyrä, 2003]. Mutta koska viihteellisten pelien viehäytys on niin voimakasta, uskon, että verkkopelien potentiaali opetuksen tukena hyväksikäytetään varmasti.

Opetuksen tukena käytetyt verkkopelit ovat olleet esimerkiksi erilaisia tietovisoja tai ratkaisutehtäviä, mutta nämä eivät varsinaisesti kuulu pelimäärittelmän sisäpuolelle. Erilaisia simulaatioita käytetään paljon, kuten erilaisten koneiden kokoamissimulaatioita, mutta nämäkään eivät ole varsinaisesti pelejä. Verkko-opetuspelien vähyys selittyy osaltaan rahoituksen

puutteella. Opetuspelit eivät voi opetuksellisen luonteensa vuoksi mainostaa tiettyjä brändejä tai antaa sponsoriensa vaikuttaa pelin toteutukseen. Täten verkko-opetuspelien suurimmaksi tukijaksi tarvittaisiin opetuslaitos ja hallitus.

3. Verkkopelit ja yhteisöllisyys

Elektronisten pelien siirtyessä verkkoon niiden kehitys on ollut nopeaa. Aluksi pelit olivat yksinkertaisia ja suunniteltu hitaille verkkoyhteisöille, mutta verkon yleistyttyä ja sen tultua yhä nopeammaksi, on perinteisten puzzle- ja quiz-pelien rinnalle ilmestyneet erittäin monipuoliset verkkopelit, kuten strategia-, rooli, seikkailu- sotapelit. Pelien verkottoituminen on edesauttanut pelaajien yhtenäistymistä ja pelaamisen muodostumista sosiaalisiksi tapahtumaksi.

Yhteisöllä tarkoitetaan elämänmuodon, taloudellisten tai aatteellisten päämäärien tms. perusteella kokonaisuuden muodostavaa ihmisryhmää tai yhteenliittymää [Haarala et. al., 1997]. Verkossa tällaisia yhteisöjä on hyvin monimuotoisia. Varsinaisten yhteisöjen ohessa verkossa toteutetaan yhteisöllisyyttä, jossa ei varsinaisesti kuuluta mihinkään yhteisöön, mutta pelissä toimitaan ja kommunikoidaan muiden pelaajien kanssa. Seuraavassa on esitelty peliyhteisöjen merkitystä oppimiseen ja pelaamiseen, sekä erityyppisiä verkkopeliyhteisöjä ja niiden kommunikointi- ja toimintatapoja.

3.1. Erilaisten verkkopeliyhteisöjen malleja

Verkkopeleissä yhteisöllinen pelaaminen tarkoittaa pelaamista ja kommunikointia muiden pelaajien kanssa verkon välityksellä. Usein pelaajalla on mahdollisuus päättää pelaako hän muiden kanssa tai heitä vastaan, vai tapahtuuko sosiaalinen kanssakäyminen ainoastaan varsinaisen pelaamisen ulkopuolella, strategioita luoden ja neuvoja jaellen. Verkkopeliyhteisön mallin muodostumiseen vaikuttaa hyvin monet tekijät. Näitä ovat esimerkiksi verkkopelin malli, eli onko se strategiapeli, roolipeli, seikkailupeli vai simulaatiopeli. Suuri paino on myös pelin kohderyhmällä. Lapset vaativat paljon tiukemman ja valvotumman yhteisön kuin aikuiset, siellä verkossa valitettavan moni käyttää hyväkseen lasten verkon käytön kokemattomuutta ja luottavaa luonnetta. Aikuisten puolestaan voi odottaa kantavan vastuunsa omista toimistaan verkkoyhteisössä ja tuntevan jo yhteisöjen toimintamallit.

3.1.1. Lapsille suunnattuja yhteisöjä

Lasten verkkopeliyhteisöt ovat säännöiltään ja toteutuksiltaan tiukkoja ja tarkasti valvottuja. Lapset tarvitsevat vielä vahvempia rajoja kuin vanhemmat. Lapset voivat olla luottavaisempia kanssapelaajiinsa ja luovuttaa henkilökohtaisia tietoja verkossa. Lisäksi he saattavat sanoa hetken mielijohteesta erittäin loukkaavia asioita toisilleen tai pilailia toistensa kustannuksella. Näin on toki vanhempienkin keskuudessa, mutta lapset saattavat ottaa loukkaukset ja kiusaukset huomattavasti vakavammin kuin aikuiset. Tällaisia pilan- ja kiusantekoa, sekä tietojen hallitsematonta luovuttamista on pyritty säätelemään verkkopeliyhteisöissä eri tavoin.

Mine, Schoet ja Hughstonin kehittelemässä Disney's Toontown Online – verkkopelissä yhteisön kommunikointitapoja luodessa on erityisesti huomioitu pelin kohderyhmä, joka on seitsenvuotiaat ja sitä vanhemmat. Peli on roolipeli, jossa pelaaja luo itselleen alussa jonkin roolihahmon, jonka perustana ovat Disneylle perinteikäs iloinen grafiikka ja tutunoloiset hahmot. Heti hahmon nimen luonnissa on huomioitu nuori ikäryhmä. Pelaaja nimittäin ei pysty nimeämään hahmoaan miten vain haluaa, vaan hän syöttää jonkin nimen – esimerkiksi omansa – nimigeneraattoriin, joka tuottaa ulos jonkin hassun roolinimen kuten "Barney Fizzlerhoffler". Tämä estää käyttäjiä luomasta loukkaavia ja rivoja roolinimiä.

Toontownissa pelaajien kommunikointi on hoidettu SpeedChatilla. Tämä tarkoittaa keskustelukanavaa, jossa roolihahmot kommunikoivat toistensa kanssa valmiita repliikkejä käyttäen. He eivät voi kirjoittaa tekstiä suoraan näytölle, vaan kaikki repliikit tulee valita valmiista valikosta. Repliikkivalikko muuttuu aina tilanteen mukaan eli se on kontekstisidonnainen, ja siinä on pääsääntöisesti vain positiivisia tai neutraaleja kommentteja. Tämä estää pelaajia solvaamasta tai haukkumasta toisiaan. Pelaaja ei myöskään näin pysty luovuttamaan henkilökohtaisia tietojaan, kuten osoitettaan tai puhelinnumeroa, toiselle pelaajalle. Pelaajat voivat muodostaa halutessaan erilaisia yhteisöjä, mutta kommunikointi on aina rajoitettu SpeedChattiin. Vaikka tällainen malli kuulostaa hyvin rajoitetulta ja liikaa lasten suojeluun painottavalta, tutkimukset ovat osoittaneet, että vanhemmat käyttäjätkin pitävät tällaista rajattua keskustelumallia erittäin onnistuneena ja pelaamista helpottavana [Mine et. al., 2003].

Monissa muissakin verkkopeleissä lasten yhteisössä kommunikointia on rajoitettu niin, että he eivät pysty suoraan kirjoittamaan kommentteja toisilleen, vaan kommunikointi tapahtuu esimerkiksi pelissä tapahtuvilla siirroilla. Miltonin ja Garbin suunnittelema kehittyvien oppijoiden yhteisö (Community of Evolving Learners, CEL) on tehty kouluikäisille lapsille, jotka ottavat osaa erilaisiin opetuksellisiin peleihin, joissa on yhtä aikaa kaksi tai useampi pelaaja. Lapset luovat aluksi itselleen id-kuvakkeet, jotka ovat näkyvillä heidän pelatessaan pelejä tai ollessaan pelihallissa. Lapsilla ei ole mahdollisuutta keskustella suoraan toistensa kanssa, vaan kommunikointi tapahtuu ainoastaan lasten tekemillä valinnoilla peleissä. Yhteisössä kommunikointi tapahtuu siis vain id-kuvakkeen perusteella ja ilman sanoja. Tällaisessa yhteisössä sukupuoli tai pelaajan muut henkilökohtaiset ominaisuudet eivät vaikuta yhteisöön, eikä syrjimyksiä juurikaan tapahdu [Sklar and Pollack 2000].

Perinteisempää verkkopeliyhteisömallia noudattaa puolestaan vieraan kielen opiskeluun tarkoitettu VIRLAN-ympäristö. Tässä pilottihankkeessa luotiin lapsille verkkoyhteisö, johon kuului jäseniä Kreikasta, Saksasta, Iso-Britanniasta ja Suomesta. Lapset siirtyvät aloitussivulta haluamaansa maahan opettelemaan vierasta kieltä. He voivat suorittaa seuraavia toimintoja: Tervehtiä ja luoda profiilin itsestään, nimetä eläimiä, ilmaista mielihyvää tai mielihapaa juomista ja ruuista. Lisäksi he voivat kuvailla ulkonäköä, värejä ja vaatteita, kuvata paikkoja ja sijaintiaan, sekä antaa suuntaohjeita ja järjestysnumeroita. Esimerkiksi jos joku haluaa puhua eläimistä hän voi siirtyä eläintarha -osioon. Tehtävät on suunniteltu niin, että ne heijastelevat lasten kiinnostuksen kohteita ja toimintoja. Lisäksi aiheet on valittu niin, että lapset ovat saaneet jo jotakin kielellistä pohjaa koulukirjoista, selvittääkseen aiheiden vaatimista sanastoista. Yhteisössä lapset pystyivät kommunikoimaan toistensa kanssa teoillaan, mutta myös suoraan sanallisesti. Ainoana rajoituksena toimivat lasten kielelliset taidot, eli he eivät pystyneet kirjoittamaan muuta kuin sen minkä vieraalla kielellä taisivat. Keskusteluissa lapset ilmaisivat itseään puhemaisesti ja virheistä huolimatta ajatukset ilmenivät selkeästi [Milton and Garbi 2000]. Lisäksi yhteisössä toimimista valvottiin jatkuvasti opettajien ja vanhempien toimesta, joten lapset eivät päässeet keskustelemaan verkossa yksinään. Tutkimuksessa tehdyssä kyselyssä kävi ilmi, että lapset viihtyivät verkkoyhteisössä ja pitivät sosiaalisesta kanssakäymisestä.

3.1.2. Roolipeliyhteisöt

Yhdeksi suosituimmaksi verkkopelimalliksi ovat nousseet erilaiset roolipelit. Roolipelit pohjautuvat sille perusajatukselle, että pelaaja luo itselleen tietyn hahmon erilaisista annetuista vaihtoehdoista. Tämän jälkeen hahmon toimintaa ohjaavat sille asetut päämäärät, pelaajan motivaatio, sekä muiden pelaajien toiminnot roolipeliyhteisössä. Pelaajalla voi olla mahdollisuus valita pelaako hän muiden pelaajien kanssa ja kuuluko hän johonkin tiettyyn yhteisöön, vai toimiiko hän pelissä puhtaasti omin neuvoin. Esimerkiksi edellä esitelty lapsille suunnattu Toontown toteuttaa täysin roolipelin periaatteet.

Roolipelaamisessa erittäin suureksi osaksi peliä nousee yhteisö, siihen kuuluminen ja siinä kommunikointi. Pelaaja voi toki ottaa peliin osaa niin, että yhteyttä muihin ei synny, vaan pelaaja kommunikoi vain täysin keinotekoisten hahmojen kanssa. Monet roolipelaajat kuitenkin sanovat, että yksi suurimmista verkkoroolipelin viehätyksistä on juuri kommunikointi ja pelaaminen hahmojen kanssa, joita ohjaavat oikeat ihmiset ja heidän motivaationsa.

Roolipelejä löytyy hyvin monentyylisiä. Seuraavassa on esitelty puhtaasti viihdyttävään tarkoituksiin suunniteltujen fantasiaroolipeliyhteisön toimintaa, sekä opetustarkoituksiin suunniteltu kansainvälistä politiikkaa opettava roolipeliyhteisö.

Fantasiaroolipelit

Dungeon&Dragonsin innoittamana syntyneet monet erilaiset fantasiaroolipelit olleet suosittuja verkkopelejä jo pitkään. EverQuestin fantasiamaailmassa oli vuonna 2004 jopa 450.000 kirjautunutta käyttäjää [Cornett, 2004]. Tätäkin summaa korkeammalle saattavat nousta vuoden 2004 syksyllä ilmestynyt Blizzardin julkaisema World of Warcraftin (WoW) myynti, joka on ollut aina ilmestyessään ennakkoon loppuunmyyty kaupoista. Nämä seikat todistavat, että huolimatta kovasta hinnasta ja kuukausittaisesta maksusta, pelaajat ovat erittäin kiinnostuneita verkkoympäristössä toimivista MMORPG-peleistä. MMORPG-pelien rajoitus on, että ne vaativat hyvin paljon palvelintilaa, eli niitä ei voida kaupata rajattomasti. Esimerkiksi World of Warcraftin pelaajat ovat usein ruuhka-aikoina joutuneet odottamaan hyvin pitkään pelien latautumista, sillä palvelinta käyttää niin moni pelaaja. Tämä seikka tulisi huomioida verkko-

opetusroolipeleissä. sillä opiskelumotivaatiota ei ainakaan nosta pelien hidas latautuminen ja jatkuva odottelu.

Suosituimpien MMORPG-pelien toimintamalli on sellainen, että käyttäjän tulee ensin ostaa kaupasta peli cd-romilla, minkä jälkeen hän kirjautuu peliin. Pystyäkseen jatkamaan pelaamista, on hänen maksettava yleensä kerran kuussa tietty pelausmaksu, joka alkaa noin viidestä eurosta ylöspäin. Suurimpia kysymyksiä MMORPG-pelien suunnittelussa onkin ollut käyttäjien maksuhalukkuus. Tutkimusten mukaan pelaajat ovat kuitenkin varsin valmiita maksamaan mielenkiintoisesta pelistä [Cornett 2004]. Opetuspeleissä ei voida odottaa, että oppija maksaisi joka kuukausi tietyn summan pelistä. Varsinkin Suomessa on totuttu siihen, että opetus on ilmaista. Täten ylimääräiset maksut aiheuttavat aina mielipahaa. Verkko-opetuspelien ilmaisen luonteen vuoksi niiden kehittämisresurssit ovatkin jääneet varsin pieniksi.

Koska MMORPG-pelit sijoittuvat täysin verkkoympäristöön, on pelaajilla mahdollisuus luoda erilaisia yhteisöjä pelin sisälle. Yhteisöllinen pelaaminen onkin yksi vahvoja roolipelien viehätysfaktoreita. Pelaajan ei tarvitsekaan liikkua ainoastaan keinotekoisessa ympäristössä, vaan hän kohtaa myös oikeiden ihmisten ohjastamia hahmoja, jotka voivat toimia hyvinkin impulsiivisesti ja ennalta-arvaamattomasti. Roolipeleissä pelaajat voivat luoda ystävyysyhteisöjä, kommuuneja ja keskustella toistensa kanssa. Pelaajat voivat usein myös taistella toisiaan vastaan, mutta monet pelaajat ovat olleet sitä mieltä, että tällainen ominaisuus on turha. Yhteistyö toisten pelaajien kanssa on ollut paljon kehittävämpää kuin vastakkainasettelu [Cornett 2004]. Monet MMORPG-pelit ovat saaneet kritiikkiä siitä, että kokemattoman roolipelaajan on hyvin vaikeaa seurata pelin etenemistä ja eritoten liittyminen erilaisiin ryhmiin ja yhteisöihin on koettu hyvin vaikeaksi [Cornett 2004]. Yhteisöt saattavatkin olla erittäin tiukkoja siitä kenet ne huolivat jäseneksi ja millaisen hahmon kanssa he ryhtyvät yhteistyöhön. Toisaalta tällainen erottelu antaa hahmon pelaajalle mahdollisuuden tutkia erilaisia ennakkoluuloja ja ihmisten reaktioita luomaansa hahmoaan kohtaan.

World of Warcraftissa tehtävät ja pelaaminen on suunniteltu niin, että pelaaja voi halutessaan liikkua yksin ja suorittaa tehtävät itsenäisesti. Peli kuitenkin on pääsääntöisesti suunniteltu yhteistoiminnalle ja -pelaamiselle. Pelaaja voi kuulua kiltaan, jonka kotipaikka löytyy pelistä. Killassa pelaaja voi

keskustella muiden kiltalaisten kanssa suojatulla yhteydellä. Yhdessä he voivat suunnitella strategioita ja taktiikoita pelissä edetäkseen. Pelaajat voivat kommunikoida myös yleisillä keskustelupalstoilla ja foorumeilla. Pelaajat kommunikoivat toistensa kanssa myös pelin edetessä reaaliaikaisesti pelissä. Kohdatessaan toisten hahmoja he voivat jäädä keskustelemaan ja pyytää hahmoa liittymään mukaan seikkailuun, tai vaihtaa tärkeäksi katsomiaan esineitä ja tietoa toisen varastoihin. Peli toteuttaa siis yhteisön ajatusta hyvin reaali maailman mallien mukaisesti. Reaali maailman raa'at laita myös pätevät pelissä. Heikkoja ja uusia pelaajia ei mielellään hyväksytä voimakkaiden kiltojen jäseniksi ja vandalismi ei ole kovin harvinaista.

Pelissä yhteisöön kuulumisessa on selkeitä etuja, kuten killan huolenpito loukkaantuneista ja uusista jäsenistä, tiedonvaihtoa tapahtuu usein ja killasta on helppo pyytää tuttuja hahmoja mukaan seikkailulle tai taisteluun. Roolihahmojen mallit on suunniteltu niin, että ne täydentävät hyvin toisiaan. Tarvitaan esimerkiksi soturi, pappi, parantaja, jäljittäjä ja loitsija, jotta kaikki vastaan tulevat taistelut voidaan kunnolla voittaa. Peliyhteisöt voivat olla hyvin monenkirjavia. Esimerkiksi WoW on maailmanlaajuinen peli ja eri maiden pelaajat voivat olla yhteydessä toisiinsa. Tosin Yhdysvalloissa pelaajat pelaavat eri palvelimilla kuin Euroopassa. Mutta Euroopassa pelaaja voi halutessaan liittyä monikansalliseen klaaniin tai kiltaan. Suosituin tapa on ollut, että kaveriporukka muodostaa peliin oman kiltansa, ja kutsuu siihen muita ystäviään, mutta peleistä löytyy myös kiltoja ja yhteisöjä, joissa ilmapiiri on monikielinen ja – kulttuurinen.

Steve Cornetin tekemässä tutkimuksessa käytiin uusien pelaajien kanssa läpi EverQuestin pelaamista ja pelin käyttäjäystävällisyyttä [Cornett, 2004]. Vuonna 2004 julkaistussa tutkimuksessa käy ilmi, että pelaajat eivät tieneet milloin he olivat yhteydessä toiseen pelaajaan ja milloinka vastassa oli teknologia. Tämä vaikeutti oleellisesti kommunikointia muiden pelaajien kanssa ja lisäksi aiheutti ongelmia pelin etenemiseen. Pelaajat kritisoivat myös ryhmään liittymisen vaikeutta, sillä ryhmät olivat vaikeasti löydettävissä eikä niihin liittymiseen tarjottu missään ohjeita. Parannusehdotuksina nousi esiin esimerkiksi äänimerkin antaminen aina kun vastassa on oikean ihmisen ohjailema hahmo.

Roolipeliyhteisö maailman politiikasta

Roolipelaaminen verkossa tukee hyvin opetusta. Tästä on todisteena World Politics in Transition – roolipelin käyttö kansainvälisen politiikan

opettamisessa. Naidun, Ip:n ja Linsnerin pilottitutkimuksessa selvitettiin kyseisen sivuston toimivuutta opetuksen tukena [Naidu et. al., 2000]. Roolipeli oli eräänlainen simulaatio keskittyen Palestiinan ja Israelin välisiin konflikteihin. Osanottajina olivat nuoret ja aikuiset korkeakouluopiskelijat.

Osanottajien tuli luoda itselleen eri hahmoja konfliktin molemmilta puolilta. He määrittivät hahmolleen luonteen ja poliittisen kannan. Lisäksi hahmoille tuli luoda tietty päämäärä. Tämän jälkeen pelaajat osallistuivat roolipeliin, jossa pyrittiin saavuttamaan hahmolle asetetut päämäärät annettujen puitteiden sisällä. Pelaajat hankkivat tietoa verkosta, toisilta pelaajilta, sekä tekivät tarvittavia poliittisia siirtoja.

Pelaajat kokivat roolipelin erittäin opettavaiseksi ja hyödylliseksi. Lisäksi he olivat erittäin motivoituneita saavuttamaan asettamansa päämäärät, sekä estämään mahdolliset konfliktit. Pelaajilta vaadittiin vähintään kahdesti viikossa ottamaan osaa roolipeliin, jotta eteneminen olisi tasaista ja kaikkialle hyödyllistä. Osalle pelaajista vaaditut osallistumismäärät ja yhteisössä toimiminen aiheuttivat kuitenkin stressiä ja paineita. Eräskin pelaaja kertoi menettäneensä yönunet pohtiessaan pelin tulevia käänteitä [Naidu et. al. 2000].

3.1.3. Kommunikointitavat

Kuten edellä on jo esitelty, kommunikointi verkkoyhteisöissä tapahtuu hyvin monilla eri tavoilla, joista tavallisin on perinteinen suora keskustelu dynaamisella keskustelupalstalla. Alati parantuva verkkoteknologia ja nopeutuvat yhteydet ovat mahdollistaneet myös entistä tehokkaammat ja suuremmat kommunikointitavat. Strategian ja taktiikoiden suunnittelussa auttaa paljon, jos pelaajat voivat spontaanisti puhua toistensa kanssa suoraan. Tämän takia monet pelaajat ovat alkaneet suosia kuulokkeita ja mikrofonisarjoja. Verkosta ilmaiseksi ladattavissa oleva Skype-ohjelma on suunniteltu suoraan kommunikointiin verkossa [Zennström and Friis, 2005]. Sen avulla pelaajat voivat käyttää mikrofonia verkkomaksun hinnalla. Monet pelaajat kuitenkin saattavat karsastaa suoraa puheyhteyttä tuntemattomaan ihmiseen, sillä se koetaan liian intiimiksi tavaksi kommunikoida.

Skypen käyttö voi olla erittäin opettavaista jos sitä käytetään monikansallisessa ympäristössä. Seuratessani vuoden ajan sivusta erään nuoren koululaisen verkkopelaamista, jossa kommunikointi pelaajien kesken tapahtui lähes yksinomaan Skypen kautta ja yhteisö oli monikansallinen, eli kommunikointikielenä toimi englanti, huomasin, että tämän nuoren englanninkielen ääntämys parani huomattavasti, sanavarasto laajeni ja itsensä

ilmaisu vieraalla kielellä helpottui huomattavasti. Skype'n käyttö esimerkiksi VIRLAN-tyyppisessä verkko-opetusympäristössä voisi olla erittäin arvokas lisä tulosten parantamisessa.

3.2. Yhteisöjen merkitys oppimiseen

Kuten edellä totesin, verkkopelaamisen suuri viehätys on sen yhteisöllisyydessä ja mahdollisuudessa toimia yhteistyössä muiden pelaajien kanssa. Eritoten lapset pitävät verkossa pelaamisesta jos on mahdollisuus pelata oikeiden ihmisten kanssa [Sklar and Pollack, 2000]. Verkossa toisten kanssa kommunikointi ja yhteistoiminta tapahtuvat jo suhteellisen luonnollisesti ihmisiltä, joten suuria kognitiivisia esteitä ei verkkoyhteisön käytössä opetuksen tukena pitäisi olla. Rajoituksia ja haittoja kuitenkin löytyy, ja niitä esittelen tutkimuksessa kohdassa 4.2.

Yhteisössä toimiminen tukee osittain ihmisen luonnollista oppimista ja tämän kognitiivisia kykyjä. Tällä tarkoitetaan käytännössä esimerkiksi tekemällä oppimista, virheiden kautta oppimista, opittujen tietojen soveltamista, sekä omien tekojensa selittämistä muille [Naidu et. al., 2000]. Yhteisössä toimiessaan pelaaja joutuu selittämään tai ainakin perustelemaan tekojaan yhteisön jäsenille. Yhteisöllisyydellä on kuitenkin kaksi puolta, toisten mielestä se auttaa oleellisesti verkko-opiskelijaa oppimaan, ja toisten mielestä se taas luo illuusion oppimisesta, vaikka sellaista ei tapahtuisikaan, ja aiheuttaa turhia paineita ja stressiä oppijalle.

3.2.1. Yhteisössä toimimisen hyödyt

Kannustus johtaa parempiin tuloksiin. Tämän ovat huomanneet esimerkiksi monet urheilijat, näyttelijät ja opiskelijat. Yhteisössä pelaajalla on mahdollista saada tukea ja kannustusta haasteellisiin tilanteisiin, joissa hän ei välttämättä omin avuin selviäsi. Yhteisön muut jäsenet tuovat myös peliin eri näkökulmia ja tietoa. Esimerkiksi monet MMORPG-pelit käyttävät tätä ajatusta toteutuksessaan. Yhteisöt tuntuvat muodostuvan niin, että niissä on vahvuuksia hieman jokaiselta osa-alueelta: voimaa, aivoja, hyvyyttä, impulsiivisuutta tms.

Yhteisössä roolipelaaminen saattaa hyvässä tapauksessa avartaa näkökulmia. Kun pelaajalla on mahdollisuus omaksua erilaisia hahmoja, tunteita, näkökulmia ja asenteita, voi hän toimia näiden mukaan yhteisössä ja havainnoida niiden aiheuttamat reaktiot muissa pelaajissa. Pelaaja saa näin

tuntumaa siihen, miltä tuntuisi olla esimerkiksi rassististen kommenttien alaisena, huijattuna tai aiheuttaa konflikti [Naidu et. al., 2000].

Yhteisössä pelaaja oppii sosiaalisia taitoja ja hänen tulee mukautua muiden yhteisön jäsenten toiveisiin [Ermi et. al., 2004]. Etenkin lapsilla yhteisöllisen pelaamisen on todettu kehittävän sosiaalisia taitoja. Lasten on todettu solmivan uusia ystävyssuhteita pelaamisen lomassa, ja nämä ystävyssuhteet saattavat jatkua verkon ulkopuolelle todelliseen maailmaan. Lapset oppivat ratkaisemaan ongelmatilanteita yhdessä. He oppivat sopimaan pelikohtauksia verkkoon ja pyrkivät hyvin tarkasti pitämään näistä ajoista kiinni [Ermi et. al., 2004]. Lapsi saattaa nykypäivänä oppia ensimmäisen kerran yhteisön toiminnasta verkon välityksellä, joten sen toteutuksessa on oltava tarkkana.

3.2.2. Yhteisössä toimimisen haitat

Suurimpana yhteisössä toimimisen haittana on nähty yhteisön aiheuttamat paineet ja stressi, joita pelaaja kokee ollessaan vastuullinen muille yhteisön jäsenille [Cornett, 2004]. Esimerkiksi maailman politiikan roolipelissä muutamit pelaajat kokivat tunteneensa todella ahdistusta ja stressiä hahmonsa pelaamisesta. Huolimatta siitä, että kukaan ei saanut tietää todellisia henkilöitä hahmojen takana, jotkut ihmiset kokivat menestymisen ja konfliktien estämisen todella haasteellisena. Lisäksi ongelmia aiheutti vaadittu osallistumismäärä, sillä kaikilla osanottajilla ei ollut aina aikaa käydä pelaamassa hahmoaan verkossa [Naidu et. al., 2000]. Vastaavanlaista menestymisen painetta ei ole huomattu lasten keskuudessa, jotka ottavat verkossa kommunikoinnin ja yhdessä pelaamisen lähinnä vain hauskana ajanvietteenä [Milton and Garbi, 2000]. Lapsilla on tosin erilaisia menestymisen paineita, kuten nimen saaminen parhaiden menestyneiden pelaajien listalle. Lapset kokevat myös toisten ihmisten tyrkyttämät neuvot ja avut häiritsevinä ja rasittavina [Ermi et. al., 2004]. Lapset saattavat hyvin impulsiivisesti auttaa toista, mikä saatetaan kokea neuvojen tyrkyttämisenä tai jopa pilkkana toisen pelitaitoja kohtaan.

Lapset saattavat herkästi ärsyntyä myös silloin, jos heiltä tivataan ratkaisuja ja toimintoja heti ja usein. Tällainen saattaa aiheuttaa lapsessa jopa aggressioita ja väkivaltaista käyttäytymistä tietokonetta kohtaan [Anderson and Dill, 2000]. Myös pelien listat parhaiten menestyneistä ja selkeät erottelut huonoihin ja parhaisiin aiheuttavat lapselle ärsyyntyneisyyttä ja paineita.

Tällaista käyttäytymistä on pyritty minimoimaan esimerkiksi luomalla pelit vähemmän tuloskeskeisiksi ja keskitytty lähinnä itse tehtäviin ja pelaamiseen [Mine et. al., 2003]. Verkko-yhteisö on myös siinä mielessä epäkiitollinen paikka lapselle, koska tämä ei hallitse netissä liikkumisen ja kommunikoinnin etikettejä niin hyvin kuin aikuinen. Lapsi saattaa esimerkiksi helpommin luovuttaa omia henkilötietojaan aikuisille [Mine et. al. 2003].

Verkko-yhteisössä pelaamisessa pelaajan teot heijastuvat selkeästi muille. Yksin pelattaessa virheet jäävät vain omaan tietoon, mutta yhteisöllisyydessä muutkin saattavat saada tietää kömmähdyksestä. Tämä saattaa aiheuttaa joissakin pelaajissa pidättäytyvyyttä ja luonnollinen toimiminen häiriintyy. Toisaalta tällainen virheiden pelko poistaa turhia impulsiivisia tekoja, mutta jotka saattavat tietyissä tilanteissa oli erittäin tärkeitäkin pelin toimivuuden kannalta.

Verkkopelaamisessa yhteisöllisyys saattaa asettaa myös kohtuuttomia vaatimuksia laitteistolle. Eritoten opetuskäyttöä ajatellen on huomioitava, että kaikilla ei ole välttämättä varaa hankkia tietokonetta, joka pyörittäisi visuaalisesti ja pelillisesti loisteliaita pelejä, tukisi Skype-asettamista tai muutenkaan tukisi yhteisöllisyyttä. Pelaaja voi tuntea olonsa hyvin nopeasti syrjäytyneeksi jos muut pelaajat pystyvät kommunikoimaan ääneen toistensa kanssa, ja hänen on vain tyydyttävä näppäimistöltä kommentointiin.

4. Toimiva verkko-opetuspeilyhteisö

Ennekuin voidaan todella pohtia verkko-opetuspeleihin toimivia yhteisömalleja, tulee ensin miettiä mitä varsinaiselta opetuspeliltä vaaditaan, jotta se olisi toimiva ja motivoiva opettaja. Näitä seikkoja olen pohtinut seuraavassa kappaleessa. Tämän jälkeen olen pohtinut pedagogisten teorioiden ja ihmisten kognitiivisten kykyjen perusteella toimivia malleja sopiviksi verkko-opetuspeilyhteisöiksi.

4.1. Seikkailupelistä opetuspeiliin

Seikkailupelit ja sotapelit ovat mielenkiintoisia, mutta ne eivät sisällä lainkaan opettavaista materiaalia. Tähän mennessä kehitetyt verkko-opetuspelit ovat olleet opettavia, mutta niiden pelattavuus ja pelillisuus ovat olleet huonosti suunniteltuja, eivätkä ne ole motivoineet oppijaa tai pelaajaa viihtymään opetuspeilin seurassa pidempään. Opettavaiseen, mutta silti houkuttelevaan ja motivoivaan opetuspeiliin pitäisi siis poimia seikkailupelien pelattavuus ja

mielenkiintoiset juonenkäänteet, mutta varsinaisen sisällön ja pelin etenemisen tulisi tapahtua opetettavan aineen ehdoilla.

Opettavaisuuden ei tulisi syödä pelin mielenkiintoa, vaan parantaa sitä tehdä pelistä haasteellisempi. Sen ei tulisi myöskään hävittää visualisoinnin ja toimivan grafiikan merkitystä, sillä kaunis opetuspelejä on entistä mielenkiintoisempi. Opetuspeleissä tulisi huomioida myös momentaariset pelaajat, jotta peli etenisi luontevasti oppijan kehittymisen tahdissa. Toistaiseksi opetuspelit ovat olleet varsin yksitasoisia eivätkä ne ole dynaamisesti kehittyneet pelaajan taitojen mukana.

4.2. Hyvän yhteisön mallissa huomioitavat asiat

Tarkempi toimivan yhteisön määrittely voi tapahtua silloin kun kohderyhmä on tarkkaan tiedossa. Olen seuraavassa jakanut yhteisön suunnittelussa huomioon otettavat asiat niin, että ensin asiaa on pohdittu lasten kannalta ja toisena vanhempien pelaajien kannalta.

4.2.1. Lapset

Suunniteltaessa verkko-opetuspeleihin, jonka kohderyhmänä ovat lapset, yhteisöllistä toimintaa tulee huomioida, että lasten käsitysmaailma on vielä eri tasoa kuin aikuisten. Lasta ei tulisi liikaa masentaa negatiivisilla palautteilla ja kommentteilla. Lasten välinen vuorovaikutus voi toisinaan olla hyvinkin spontaanin raadollista ja loukkaavaa. Yhteisön kommunikointi tulisikin suunnitella niin, että lapsi ei pääse suutuspäissään loukkaamaan toisia lapsia. Esimerkiksi edellä esitellyn Toontownin SpeedChat tarjoaa työkalun rajoitetulle, mutta toimivalle kommunikoinnille, jossa loukkaukset ja solvaukset jäävät minimiin. Lapsia ei muutenkaan tulisi päästää keskustelemaan ilman valvontaa. Lapsi saattaa huomaamatta luovuttaa tuntemattomalle keskustelijalle henkilökohtaisia tietoja, kuten puhelinnumeron tai osoitteen. Keskustelupalstoilla ja kommunikointivälineissä voisikin olla jonkinlainen tunnistin, joka huomaa erikoismerkit ja numerot, ja estää tällaisia merkkejä sisältävien viestien esityksen.

Yhteisön kommunikointiympäristön tulisi olla positiivinen ja iloinen, mutta helposti käytettävissä. Hyvin suunniteltu käyttöliittymä ja grafiikka auttavat jo paljon. Tulee kuitenkin muistaa, että lapsi voi olla hyvin hidas

kirjoittamaan näppäimistöltä, jolloin kommunikointi ei saa yksinomaan rajoittua siihen, vaan aktiivisella hiirenkin käytöllä kommunikointi onnistuu sujuvasti. Toisaalta lasten on todettu oppivan verkko-opetuspelin parissa kirjoittamaan nopeammin ja käsittelemään tekstiä näytöllä hyvin, jos he vain saavat siihen harjoitusta [Milton and Garbi, 2000]. Laitteistovaatimukset eivät saa olla liian vaativia. Opetusympäristöä ajatellen on kohtuutonta, että lasta vaadittaisiin hankkimaan kaikki tarvittava laitteisto ja tietotaito peliä varten, jotta tämä pystyisi osallistumaan opetukseen. Esimerkiksi kuulokkeiden käyttö lasten verkko-opetusyhteisössä voin suositella vain, jos kaikilla on sen käyttöön mahdollisuus. Jos muut yhteisön jäsenet pystyvät keskustelemaan suoraan toistensa kanssa, ja muutamalla ei tähän ole mahdollisuutta, niin tämä saattaa helposti aiheuttaa syrjäytyneisyyden tunnetta.

Lasta ei saa kuormittaa liian vaativalla osallistumisella, eikä hänen käyntejään verkko-opetuspelissä tule suuresti tarkkailla. Toki lapsen on osallistuttava niin, että hän saa opetuksellisen hyödyn pelistä irti, liian usein ei häntä saa vaatia pelin ääreen. Opetuspeleissä vastaan tulevien tehtävien tulisi olla sellaisia, että ne tukevat ryhmätyöskentelyä ja minimoitaisiin syrjintää. Tehtävien tulisi houkutella lasta kommunikoimaan entistä tehokkaammin toisten lasten kanssa.

Opetusta tukevassa yhteisössä tulisi myös huomioida toimivan ryhmätyön vaatimukset, eli onko yhteisön jäsenillä mahdollisuutta helposti vaihtaa tietoa eri kommunikointitavoilla. Lapset eivät tarvitse mitään raskaita tiedonsiirtotyökaluja, mutta esimerkiksi aikuisten roolipeleissä niille voi olla tarvetta.

4.2.2. Aikuiset

Aikuisille voidaan suunnitella huomattavasti haasteellisempia kommunikointiympäristöjä kuin lapsille. Aikuiset ovat jo tottuneempia mahdollisiin vastaantuleviin väärinkäytöksiin tai huijauksiin. Kuitenkin myös aikuisten on todettu viihtyvän hyvin yksinkertaisen ja riippuvuutta aiheuttavien roolipelien kimpussa [Mine et. al., 2003]. Täten aikuisille suunniteltu verkko-opetuspeilyhteisö voi hyödyntää hyvin monia erilaisia työkaluja.

Toimiva verkkoyhteisö on roolipeilyhteisö, jossa pelaaja joutuu suuren osan ajasta kommunikoimaan toisten pelaajien kanssa, sekä suorittamaan tehtäviä

yhteistyössä. Tällainen yhteisö kannustaa keskusteluun ja pelaajan on muodostettava ajatuksena niin, että hän voi esittää ne muille sallituin välinein. Tällainen prosessi tukee luontaisen oppimisen teoriaa, jolloin oppimisprosessi on syvällisempi ja voimakkaampi [Naidu et. al., 2000]. Opetuspeliympäristössä yhteisön ei tule kuitenkaan mahdollistaa huijaamista tai opiskelun välttelyä. Yhteisön toiminta tulee suunnitella niin, että pelaajan ei pysty muiden siivellä läpäisemään peliä.

On tärkeää, että pelissä opittuja asioita päästään hyödyntämään myöhemmin ja mahdollisesta muiden yhteisön jäsenten opettamisesta pelaaja voitaisiin palkita jollakin tavalla. Esimerkiksi jos verkko-opetuspelissä pelaaja oppii kokoamaan jonkin laitteen, voi hän opastaa myöhemmin muita kyseisen laitteen kokoamisessa. Tällainen malli mahdollistaa paremman oppimiskokemuksen ja auttaa oppijaa luomaan näkökulman asioihin. Kun pelaaja opettaa muille oppimaansa asiaa, hän käy uudelleen asian läpi mielessään, mikä tehostaa oppimiskokemusta entisestään [Galvão et. al., 2000].

5. Yhteenveto

Yhteisön käyttäminen verkko-opetuspeleissä on kaksijakoinen asia, jonka puolestapuhujat vetoavat sen kognitiivisia oppimiskykyjä tehostavaan ominaisuuteen ja sosiaaliseen luonteeseen. Vastustajat taas sanovat yhteisössä työskentelyn luovan paineita ja aiheuttavan turhaa stressiä jo muutenkin haasteelliseen oppimisprosessiin. Oli kumpi puoli tahansa oikeassa, niin verkkoyhteisöt ovat saavuttaneet suuren suosion ja niiden käyttöä hyödynnetään monenlaisilla tavoilla. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat verkkoon levinneet fantasiaroolipelit, joiden suuri suosio perustuu pelaajien mukaan juuri yhteisölliseen ominaisuuteen. Eli vaikka pelaaja pelaakin itsenäisesti peliä tietokoneen äärellä, on hän jatkuvasti yhteydessä muihin pelaajiin. Hän voi jutella heidän kanssaan, suunnitella taktiikoita, tai vain muuten jutella mukavia.

Tällaista toimivaa yhteisön mallia tulisi mielestäni hyödyntää myös verkko-opetuspeleissä. Jos opetuspelit olisivat ulkoasultaan ja pelillisesti toimivia, niin sopivan yhteisöllisyyden avulla pelaajat saisivat verkko-opetuspelistä kaiken mahdollisen hyödyn irti. Erilaisia kommunikointitapoja suunniteltaessa tulee kuitenkin olla erittäin tarkka, sillä opetuksellinen luonne

antaa pelille tiukemmat raamit, jonka sisällä pelaaja ei välttämättä odota kuulevansa niin paljon herjan heittoa tai konnuuksia, kuin esimerkiksi fantasiaroolipelissä. Erittäin tarkkana tulee olla lasten kanssa, sillä heitä ei saa päästää vapaasti keskustelemaan vieraiden ihmisten kanssa. Tulevaisuuden haasteena onkin rakentaa toimiva verkkopeliyhteisö, joka tukee niin oppimista kuin pelillisyyttäkin, mutta samalla huomio käyttäjänsä rajoitukset ja pyrkii minimoimaan harmin tunteet. Eri näkökulmat huomioon ottaen yhteisöllisyys kuitenkin antaa verkko-opetukselle lisäarvoa ja monipuolisuutta.

Viiteluettelo

- [Cornett 2004] Steve Cornett, The Usability of Massively Multiplayer Online Roleplaying Games: Designing for New Users. In: *Proceedings of the 2004 conference on Human factors in computing systems*.
- [Ermi et. al. 2004] Ermi, L., Heliö, S., Mäyrä, F. (2004), Pelien voima ja pelaamisen hallinta. Lapset ja nuoret pelikulttuurien toimijoina. *Hypermedialaboratorion verkkojulkaisuja - Hypermedia Laboratory Net Series; 6, 2004*
- [Galvão et. al. 2000] João Rafael Galvão, Paulo Garcia Martins & Mário Rui Gomes, Modeling Reality with Simulation Games for a Cooperative Learning. In: *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*.
- [Haarala et. al. 1997] Risto Haarala, Marja Lehtinen, Eija-Riitta Grönros, Taru Kolehmainen, Irma Nissinen ja Riitta Eronen (1997). CD-perussanakirja 1997, Kotimaisten kielten tutkimuskeskuksen julkaisuja.
- [Milton and Garbi 2000] Milton, J., Garbi, A.S. (2000). VIRLAN: Collaborative Foreign Language Learning on the Internet for Primary Age Children: Problems and a Solution . *Educational Technology & Society* 3(4) 2000
- [Mine et. al. 2003] Mark R. Mine, Joe Shovhet, Roger Hughswot, Walt Disney Internet Group, VR Studio. Building a Massively Multiplayer Game for the Million: Disney.s Toontown Online. In: *Computers in Entertainment (CIE)*, vol. 1 1/2003.

[Naidu et. al. 2000] Naidu, Som, Ip, Albert, Lisner, Roni. (2000) Dynamic Goal-Based Role-Play Simulation on the Web: A Case Study. *Educational Technology & Society* 3(3) 2000

[Sklar and Pollack 2000] Sklar, E., Pollack, J. (2000). A Framework for Enabling an Internet Learning Community. *Educational Technology & Society* 3(3) 2000.

[Zennström and Friis, 2005] Niklas Zennström and Janus Friis, founders of Skype. <http://www.skype.com/company/founders.html>

Multimodaalisuus webissä – puheohjailu ja suorakäyttö

Johannes Paarvala

Tiivistelmä.

Tutkimuksen aiheena on multimodaalisuus ja sen hyödyntäminen web-pohjaisissa sovelluksissa. Erityisesti keskityn puhekäyttöliittymään. Multimodaalisuutta voi lisätä eri tavoilla web-sivuille. Se voi antaa tukea käyttäjän vanhoille toimintatavoille tai luoda kokonaan uusia tapoja toimia. Tärkeää on kuitenkin miettiä aina eri tilanteisiin sopivat tavat. Yritän siis tässä tutkimuksessa luoda kokonaiskuvaa siitä miten multimodaalisuutta voi hyödyntää puhekäyttöliittymissä. Vertailen myös puheohjailun hyötyjä perinteiseen suorakäyttöön.

1. Johdanto

Alunperin ihminen käski tietokonetta suorittamaan tehtäviä syöttämällä siihen bittijonoja, seuraavaksi kehitettiin symbolikielet, jotka tietokone itse käänsi bittijonoiksi. Nykyään ihminen voi antaa tietokoneelle tehtäviä suoraan graafisen käyttöliittymän kautta. Tässä käytetään useimmiten apuna näppäimistöä ja hiirtä joilla valitaan tai syötetään komentoja. Uutena mahdollisuutena ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksessa on käyttää luonnollista kieltä puheen muodossa. Puhe on ihmisen luonnollisin kommunikointitapa, joten sen tuottamat vuorovaikutusmahdollisuudet ovat myös suuret. Hyvänä esimerkkinä voisi miettiä että jos joutuisimme ihmisen nähdessämme kommunikoimaan näytön, hiiren ja näppäimistön avulla. Tilanne olisi hidas ja kömpelö. Ihmisen kannalta tietokoneen kanssa vuorovaikuttamiseen siis sopisi puhe hyvin, koska se on luonnollinen tapa ihmisen muissakin vuorovaikutustilanteissa. Joillakin ihmisillä taas ei ole mahdollisuutta käyttää käsiään joten heille puhe on mitä erinomaisin kommunikointitapa.

Vuorovaikutus koneen kanssa on siis kehittynyt, toinen merkittävä asia on siirtyminen web-aikakauteen, nämä vuodet web on kuitenkin pysynyt melko samanlaisena. Loppujenlopuksi se on edelleen tekstiä ja kuvia. Flash – sivustot sekä tietokannat ja uudet ohjelmointikielet loivat uutta ilmettä monelle sivulle, mutta hyvinkin visuaalisena web on pysynyt. Haluan tuoda tässä tutkimuksessa esille miten puhetta voitaisiin hyödyntää web-sivuilla eli tuoda se yhdeksi uudeksi tai jopa ainoaksi modaliteetiksi. Puhe soveltuu kommunikoimiseen ihmisen kanssa mutta soveltuuko se toimimiseen ”tyhmän” webin kanssa? Näytän esimerkkejä kuinka puhewebbiä voi rakentaa siihen tarkoitettulla SALT –

kielellä. Vertailen myös puhenavigointia ja perinteistä hiiri ja näppäimistö – ohjailua. Aluksi kuitenkin hieman johdatusta perusasioihin puhekäyttöliittymien suunnittelussa.

1.1 Mitä on puhe?

Puhe on ihmisen hienostunein ja monimutkaisin kommunikoinnin muoto. Puheessa välittyvät semioottiset merkitykset kuulijalle. Semioottiset merkitykset tarkoittavat sitä että sanoille on annettu jokin merkitys. Nämä merkitykset ovat siis sopimuksenvaraisia. Puheeseen liittyy myös ei-vokaalinen toiminta kuten eleet, ilmeet, pään liikkeet ja asennot. Näitä ei esim. puhelimen avulla viestittäessä välity. Itse puhumiseen liittyy taas verbaaliset keinot, joita ovat vokaalit, konsonantit, paino, nopeus ja tauot sekä ei-verbaaliset keinot kuten äänensävy. [Vainio, 2001]. Tietokoneen avulla tuotettua puhetta onkin usein vaikea saada luonnollisen kuuloiseksi, koska kaikkia puheeseen liittyviä verbaalisia ja ei-verbaalisia sääntöjä on vaikea mallintaa. Puhetta ymmärtäviä ja sitä tuottavia käyttöliittymiä on kuitenkin rakennettu jo pitkään.

1.2 Puhekäyttöliittymä

Puhekäyttöliittymän toiminta-ajatuksena on se että tietokone osaa suorittaa tehtäviä ihmisen puhekomentojen perusteella. Toisin sanoen tietokone ymmärtää puhetta ja osaa tarvittaessa myös tuottaa sitä. Puhekäyttöliittymissä voidaan siis erottaa kaksi osaa : puheentunnistus ja puheen tuottaminen. Erilaiset sovellukset käyttävät näitä osia eri tavalla. Esimerkiksi jokin sovellus voi ymmärtää puhetta muttei osaa tuottaa sitä, näissä sovelluksissa palaute käyttäjälle annetaan jonkin muun modaliteetin kautta esim. visuaalisesti. Tällä hetkellä puhekäyttöliittymiä on käytetty mm. aikatauluhakuihin, sähköpostin lukuun ja erilaiseen opastukseen. Uusia tutkimussuuntia ovat puhekäyttöliittymän läsnäolevuus (älykodit tai älyvaatteet), mahdollisimman ihmismäinen kommunikointi ja tietokoneen ohjailu puhekomennoin.

1.2.1 Puheentunnistus

Puhekäyttöliittymä jaetaan siis kahteen osaan, puheentunnistus ja puheen tuottaminen. Puheentunnistuksessa tietokone tallentaa ihmisen puheen ensin akustisesti ja sen jälkeen muuntaa sen digitaaliseen muotoon. Seuraavaksi digitaalinen signaali pilkotaan osiin ja analysoidaan. Lopuksi tietokone yrittää löytää vastaavan sanan sille annetuista malleista. Tämän jälkeen yritetään mahdollisesti löytää vielä koko lauseen tarkoitus ja toimia sen käskyjen mukaan. Puheentunnistuksen komponentteja jaotellaan seuraavasti : 1. akustinen malli 2. kielellinen malli. Akustisessa mallissa analysoidaan sanoja ja sen pohjalta luodaan hypoteesejä mitä kukin sana voisi tarkoittaa. Näitä mahdollisia merkityksiä verrataan

kielellisessä mallissa määrättyihin sanoihin tai lauserakenteisiin ja lopuksi valitaan paras mahdollinen. Puheentunnistuksessa on monia ongelmia kuten kielen mallintamisen vaikeus, ympäristötekijät (kohina, signaalin heikkous) ja puhujien erilaisuudet.

1.2.2 Puheen tuottaminen

Teksti puheeksi (TTS) järjestelmät muuttavat tekstin ääneksi. Puheen tuottamisen voi toteuttaa kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa käytetään valmiiksi äänitettyjä komponentteja : lauseita, sanoja, tavuja tai äänneitä. Näitä komponenteista valitaan usein yksi. Toinen tapa on mallintaa ihmisen puheen tuottamisen mekanismeja ja luoda malli joka puhuu itse. Äänitetty puhe on hyvä keino silloin kun on tiedossa mitä lauseita ja sanoja järjestelmän on tuotettava. Jos kuitenkin järjestelmän pitäisi saada puheeksi mitä tahansa tekstiä on käytettävä omia malleja. Tällöin käytetään usein joko ns. sanakirja – mallia tai LTS – mallia (letter to sound). Sanakirja – mallissa annetaan kaikille morfeemeille ääntämis – ja liitosohjeet ja LTS – mallissa käsitellään taas jokaista kirjainta samalla tavalla.

2. Multimodaalisuus webissä

Mitä rajoituksia ja mahdollisuuksia liittyy puheeseen? Cohen et. al. [1994] kuvaavat hyvin suorakäytön ja luonnollisen puheen hyviä ja huonoja puolia. Tieteellisemmällä termillä voidaan puhua Kannisen [2003] viittaamasta ja J. J. Gibsonin kehittämästä termistä affordanssi. Termi kuvaa niitä mahdollisuuksia jota käyttöliittymä tarjoaa. Puheen affordanssina voidaan ehdottomasti pitää sen mahdollisuutta tuoda monimutkaisia kognitiivisiä rakenteita esille nopeasti, aivan kuten kirjoittamalla. Hiiren avulla osoittamalla tämä on paljon vaikeampaa. Jos ympäristö on meluton tai käyttäjällä päässään langaton mikrofoni on puhe myös vapaa paikasta. Käyttäjä voi myös puhua mitä haluaa, graafisen käyttöliittymän käyttäjä ei voi osoittaa mitä haluaa, hän on aina rajoitettu näytössä näkyvään tilaan. Tämä mahdollistaa tietokoneen eri osien vapaamman käytön, kuten vaikka nopean laskimen käytön missä tilanteessa tahansa. Web-ympäristössä tämä toisi mielenkiintoisia mahdollisuuksia esimerkiksi taustalla pyörivien web-sovellusten käyttöön, vaikka google – voisi olla aina valmiudessa etsimään tietoja jollakin komentosanalla.

Em. Kanninen esittää myös puheen ehkä suurimman rajoituksen eli tiedon pienen ajallisen keston. Kun graafisen käyttöliittymän tieto pysyy ruudulla niin kauan kun käyttäjä haluaa, katoaa se puheessa samantien kun se on esitetty. Asia jää vain käyttäjän päähän muistiin. Ongelma tulee hyvin esille jos käyttäjän pitää muistaa joku numerosarja, tämä

saattaa viedä käyttäjän koko tarkkaavaisuuden, eikä hän silloin pysty tekemään muuta. Puheella on myös vaikea osoittaa graafisen käyttöliittymän tietoa, muulla tavalla kuin tietoon liittyvällä komentosanalla. Karimullah ja Sears [2002] tutkivat kuinka hyvin puheella voi ohjata kursoria. Tulokset eivät olleet yllättäviä : kursorin ohjaus onnistuu luotettavasti isojen objektien luokse, mutta silloinkin se on huomattavan hidasta. Rajoituksista voidaan vielä mainita esimerkiksi joidenkin asioiden mahdoton ilmaisu puheella. Visuaalista kuvaa ei yksinkertaisesti voi kääntää ääneksi. Koska web on tällä hetkellä erittäin visuaalinen onkin tarkoin mietittävä mitä sieltä voi kääntää puheella ohjautuvaksi ja mitä ei. Periaatteessa kaikki rakenteet mitä HTML – kielellä on esitetty voidaan kääntää puheella navigoitaviksi, mutta niiden sisältöä ei aina pysty.

Nämä puhe käyttöliittymän hyvät ja huonot puolet on otettava huomioon kun multimodaalisia järjestelmiä rakennetaan. On tärkeää vahvistaa hyviä puolia ja välttää huonojen puolien huomaamista. Seuraavassa hieman erilaisia mahdollisuuksia kuinka eri modaaliteetteja voidaan yhdistää.

2.2 Modaliteettien yhdistäminen

Modaliteettien yhdistämisen perusidea on yhdistää eri modaaliteeteista vahvat puolet ja jättää niiden heikot puolet ulkopuolelle. Eli niitä voidaan käyttämään täydentämään toisiaan. Grasso et. al. [1998] esittävät puheen ja suorakäytön ominaisuudet jotka tukevat toisiaan (taulu 1.).

Suorakäyttö	Puheen tunnistus
Suora tarttuminen	Kädet ja silmät vapaana
Yksinkertainen, intuitiiviset toiminnot	Monimutkaiset toiminnot mahdollisia
Vakaa ulkoasu	Ei sidoksissa sijaintiin
Ei moniselitteinen	Monia tapoja viitata asioihin

Taulu 1. Suorakäytön ja puheen ominaisuudet jotka tukevat toisiaan (Grasso et. al. 1998).

Lisäksi em. Kanninen esittää muita tapoja yhdistää modaliteetteja. Näitä ovat toisiaan vahvistaen, jossa tieto esitetään monella modaliteetillä, näin voidaan viestin perillemeno vahvistaa. Tasa-arvoisesti jolloin käyttäjä tai järjestelmä valitsee kulloinkin sopivan modaliteetin. Erikoistuneesti eli jokin tieto esitetään aina saman modaliteetin kautta. Yhtäaikaisesti jolloin eri modaliteetteja käytetään samanaikaisesti ohjaamaan eri järjestelmiä. Modaliteettia muuttaen, eli toisen modaliteetin kautta toisen modaliteetin toiminto käynnistyy.

Esimerkkutilanne yhtäaikaisesta käytöstä : käyttäjä täyttää internetissä työhakulomaketta, jossa on eri kenttiä. Käyttäjä huomaa että viimeisessä kentässä kysytään cv:tä, mutta hän ei muista missä se on tallessa koneella. Samalla kun käyttäjä täyttää henkilötietoja näppäimistöllä, voi hän käskä koneen etsimään cv:n valmiiksi. Käyttäjä voi puheella käynnistää haun, "etsi cv.doc", kun tietokone on löytänyt cv:n se voidaan siirtää automaattisesti tai hiiren avulla oikeaan kohtaa hakemuksessa.

Ongelma modaliteettien yhdistämisessä on monimutkaisuuden kasvaminen. Voisi sanoa että järjestelmässä on helposti liikaa "liikkuvia osia" joten sen rakentamisesta on työlästä ja kallista. Yhdistämiseen täytyisi olla selkeät säännöt siitä mitä modaliteettia käytetään missäkin tilanteessa.

3. Puheohjailu ja suora käyttö webissä

Cohen et. al. [2000] vertailivat tutkimuksessaan miten nopeasti käyttäjä pystyy kontrolloimaan eri tehtäviä suora käytöllä ja toisaalta multimodaalisesti (puhe ja kynä). Käytetyssä ohjelmassa käyttäjä asettaa kartalle objekteja ja kontrolloi niiden arvoja. Tutkimuksessa kävi ilmi että multimodaalisuutta käyttämällä tehtävien suorituksen nopeus parannus oli 3,5 -ertainen, mukaanlukien virheiden korjaus. Loppukyselyssä kävi vielä ilmi että käyttäjät suuresti mieltyivät multimodaalisen ympäristön käyttöön verrattuna suoraan käyttöön. Tutkimuksessa käytettiin erittäin rajattua tehtävää ja sitä olivat suorittamassa tehtävän erittäin hyvin ymmärtävät ammattilaiset, vaikkakaan eivät olleet kyseistä ohjelmaa ennen käyttäneet. Tutkimuksesta ei siis voi vetää yleistettäviä johtopäätöksiä.

Edellinen tutkimus ei ehkä anna parasta kuvaa siitä kuinka multimodaalisuus sopii web – ympäristöön. Web on tällä hetkellä enemmänkin navigointiin keskittynyt paikka. Edellisessä luvussa puhuin eri tavoista yhdistää modaliteetteja seuraavasta tutkimuksesta näemme kannattaako webissä navigointi kenties jättää kokonaan hiirellä hoidettavaksi. Christian et. al. [2000] ovat tutkineet kuinka puhenavigointi toimii hiirinavigointiin

verrattuna. Tutkimuksessa seurattiin kolmen eri navigointitapauksen nopeutta, näitä olivat hierarkkinen menu, lineaarinen diashow ja kaksiulotteinen kartta. Kaksiulotteista karttaa ohjattiin neljän nappulan avulla neljään eri ilma-suuntaan. Tutkimuksessa todettiin että hierarkkisessa valikossa ja diashowssa hiiri on huomattavasti nopeampi mutta karttanavigoinissa puhenavigointi oli nopeampi. Tästä huomataankin että on tärkeää valita ne tilanteet missä käytetään mitään modaliteettia.

3.1 Yhtäaikainen käyttö

Nigay ja Coutaz [1993] esittävät multimodaalisten järjestelmien suunnitteluavaruuden. Tässä suunnitteluavaruudessa on kolme eri tasoa : 1. tietojen yhdistäminen eri modaaliteeteistä (yhdistetty, itsenäinen) 2. modaliteettien käyttö (yhtäaikainen, jaksoittainen) 3. abstraktiuden taso (merkitys, ei merkitystä). Yhtäaikainen käyttö suorakäytön ja puheohjailun kanssa tarkoittaa sitä että niitä voimme puhua ja käyttää esim. näppäimistöä samaan aikaan. Jos tietojen yhdistämisen taso on yhdistetty voi tietokone antaa palautetta näiden kahden modaliteetin tuloksien yhteisvaikutuksesta. Tällä hetkellä useimmat multimodaaliset järjestelmät antavat käyttäjän tehdä tehtävänsä yhdellä modaliteetillä per tehtävä. Saman tehtävän suorittaminen monella modaliteetillä vaatisi sekä käyttäjältä että järjestelmältä paljon. Web-käyttöliittymään jossa käytetään eri modaliteetteja toimii varmasti parhaiten järjestelmä joka antaa käyttäjän suorittaa yhtäaikaaisesti eri modaliteeteilla eri tehtävät. Myös tehtävien jaksoittainen suorittaminen ja parhaan modaliteetin valitseminen joka tehtävään on hyvä tapa.

Tulevaisuudessa voimme ehkä kohdata Repenning ja Sullivan [2003] esittelemän pragmaattisen webin hyödyntämiä multimodaalisia sovelluksia. Heidän toisessa esimerkisovelluksessa esitellään Pyöräopas, jolta voi kysyä hyviä pyöräilyreittejä Boulder vuoren maastossa. Järjestelmältä voi kysyä "Minne minun pitäisi mennä pyöräilemään?". Tämän jälkeen järjestelmä etsii säätiedot ja antaa näyttöön visuaalisen tiedon reitistä ja sanoo samalla minkälaisen vaatetuksen pyöräilijän pitäisi ottaa. Järjestelmää voisi kehittää esim. kertomaan joistakin paikoista tarkkoja tietoja. Esimerkiksi jos käyttäjä osoittaa kosketusnäytöltä vuorta ja kysyy samalla "Mikä vuori tämä on ja mikä on siellä säätila?". Jolloin järjestelmä kertoo vuoresta ja säästä tietoa. Näin hyödynnettäisiin eri modaliteetin hyviä puolia, joita esittelin aikaisemmin. Suorakäytön osoittaminen ja puheohjailun monimutkainen kysymys.

4. SALT:n käyttö webissä

Edellä esitetty Pyöräopas voitaisiin toteuttaa osiltaan esim. SALT - kielellä. Se on multimodaalisten web-sovellusten tuottamiseen kehitetty kieli (Speech Application

Language Tags). Sillä voidaan lisätä puhetoiminnallisuutta HTML – sivuille. SALT:lla voidaan toki luoda sovelluksia jotka eivät käytä HTML – kieltä. Pääasiassa SALT – kielen tarkoituksena on kuitenkin tuoda multimodaalista sekä puhelinpohjaista kommunikointia HTML – pohjalle tehtyihin dokumentteihin. Tämä tapahtuu niin että tehdään HTML – sivu, jonne lisätään SALT – elementtejä ja kun tämän sivun avaa esim. multimodaalisella selaimella voi sivun kanssa kommunikoida puheen avulla. Tämä tietenkin edellyttää että selaimessa on puheentunnistus ja TTS – järjestelmät sisällä.

Huckvale [2005] esittää että SALT järjestelmät voivat toimia puhelinpohjaisena palveluna johon voi soittaa esimerkiksi matkapuhelimella. Toisena toiminta-alueena on interaktiiviset web – sivut. Web-sivuihin voi ottaa yhteyden joko puhelimella tai tietokoneella. SALT käyttää W3C:n suosituksia SRGS:stä (Speech Recognition Grammar Specification) ja SSML:stä (Speech Synthesis Markup Language). Tämä tarkoittaa sitä että edellä puhutun multimodaalisen selaimen olisi myös käytettävä näitä suosituksia.

4.1 SALT:in objektit

SALT:ssa käytetään neljää pääelementtiä prompt, listen, dtmf ja smex :

<prompt> elementtiä käytetään puheen tuottamiseen. Se voi olla esimerkiksi tavallisen tekstin muodossa tai linkkinä äänitettyyn puheeseen. Esimerkiksi :

```
<salt:prompt id="helloworld">  
Hello World!  
</salt:prompt>
```

<listen> elementtiä käytetään taas puheen tunnistamiseen. Esimerksi :

```
<salt:listen id="recname"  
<salt:grammar src="names.grxml">  
</salt:listen>
```

<dtmf> elementtiä käytetään taas puhelimen näppäinkomentojen tunnistamiseen. Esimerkiksi :

```
<salt:dtmf id="recname"  
<salt:grammar src="namedigits.grxml">  
</salt:dtmf>
```


<smex> elementtiä käytetään kun halutaan vastaanottaa tai lähettää viestejä muille palveluille, esimerkiksi kun lähetään dataa serverille joka on yhteydessä tietokantaan. Smex ja listen elementeillä on lapsi elementtinä bind jolla voidaan siirtää tuloksia eteenpäin.

```
<salt:bind targetelement="namebox" value="//name"/>
```

4.2 SALT:in multimodaalinen käyttö

Kun edellä esitettyjä elementtejä lisätään web-sivuille on mahdollista saada web-sivusta multimodaalinen eli sivulle voi puhua tai sitä voi käyttää perinteisesti hiirellä. Tämä yhdistäminen olisi kuitenkin syytä tehdä niin järkevästi että todellista lisä-arvoa saataisiin sivulle. Tällä hetkellä puheen ja suoraikäytön yhdistäminen suoritetaan lähinnä tasa-arvoisesti jolloin käyttäjä voi valita täyttääkö esim. lomakkeen tiedot puhumalla tai hiirellä eli juurikaan muita aikaisemmin esitettyjä modalityettien yhdistämisen tapoja ei käytetä. Tähän olisikin jatkossa kiinnitettävä huomiota eli miettiä tarkemmin miten multimodaalisuutta tulisi käyttää.

SALT:in käyttö multimodaalisesti on yksinkertaista peruslomakkeiden täytössä. Eli määritellään HTML – kielellä lomakkeen kentät ja sen jälkeen lisätään SALT:lla jokaiseen kenttään oma kuuntelunsa. Seuraavassa esimerkissä käyttäjä voi joko kirjoittaa etunimensä ja sukunimensä kenttiin tai painaa nappia jolloin hän voi sanoa puhua valitun nimen. Lopuksi käyttäjä painaa submit nappia, jolloin ohjelma tarkistaa ovatko nämä kentät täytetty, ja jos eivät ole niihin kysytään arvot. Sen jälkeen ohjelma kysyy käyttäjältä haluaako hän siirtyä eteenpäin ja jos käyttäjä vastaa kyllä, ladataan seuraava sivu. Kielioppia (grammar) ei ole määritetty. Kyseessä on siis em. Nigayn ja Coutazin jaottelun mukaan jaksoittainen ja itsenäinen sovellus.

First name :	<input type="text"/>	<input type="button" value="Click to listen"/>
Last name :	<input type="text"/>	<input type="button" value="Click to listen"/>
<input type="button" value="Submit"/>		

Kuva 1. Lomake jossa SALT-elementtejä toteuttavat painikkeet.

Seuraavassa HTML – osuus jossa ovat kentät ja painikkeet. Painikkeet kutsuvat DOM – oliomallin mukaisesti funktioita jotka ovat määritetty SALT – elementeissä.

```

<html xmlns:salt="http://www.saltforum.org/2002/SALT">
<body>
<form id="get_names">
First name : <input name="firstname" type="text"/>
<input name="listenfirstname" type="button" value="Click to listen"
Onclick="listenFirstName.start();"/><br>
Last name : <input name="lastname" type="text"/>
<input name="listenlastname" type="button" value="Click to listen"
Onclick="listenLastName.start();"/><br>
<input name="check" type="button" value="Submit" Onclick="checkFirst();"/>
<input name="yes_no" type="hidden"/>
</form>

```

SALT – kielen osuus jossa viitataan HTML – kenttiin. Listen – elementillä kuunnellaan käyttäjän syötteet, bind – elementillä ne lähetään eteenpäin HTML – kenttiin ja prompt – elementillä kysytään käyttäjältä kysymyksiä.

```

<salt:listen id="listenFirstName">
<salt:bind targetelement="firstname" value="//first_name" />
</salt:listen>

```

```

<salt:listen id="listenLastName">
<salt:bind targetelement="lastname" value="//last_name" />
</salt:listen>

```

```

<salt:listen id="listenContinue">
<salt:grammar src="yes_no.grxml" />
<salt:bind targetelement="forward" value="//result" />
</salt:listen>

```

```

<salt:prompt id="askFirstName"> What is your first name? </salt:prompt>
<salt:prompt id="askLastName"> What is your last name? </salt:prompt>
<salt:prompt id="askContinue"> Would you like move forward? </salt:prompt>

```

Lopuksi käyttäjän antamat syötteet tarkistetaan ja tarvittaessa niitä kysytään. Lopuksi käyttäjältä kysytään haluaako hän jatkaa eteenpäin ja silloin avataan ikkunaan uusi dokumentti.

```

<script>
function checkFirst() {
  if (get_names.firstname.value == "") {
    askFirstName.start();
    listenfirstname.start();
    checkLast();
  }
}
function checkLast() {
  else if (get_names.lastname.value == "") {
    askLastName.start();
    listenLastName.start();
    moveForward();
  }
}
function moveForward() {
  askContinue.start();
  listenContinue.start();
  if (get_names.forward.value=="yes") {
    window.open("nextQuestions.html");
  }
}
</script>
</body>
</html>

```

Viiteluettelo

[Capra et al.,2002] Manuel A. Pérez-Quiñones, Natasha Dannenberg and Robert Capra, Voice navigation of structured web spaces. Virginia Tech, Dept. of Computer Science, Technical Report **TR-02-22**, Spring 2002. Also available as : <http://eprints.cs.vt.edu:8000/archive/00000698/01/VoiceNavigationReport.pdf>.

[Cohen and Oviatt, 1994] Philip R. Cohen and Sharon L. Oviatt, The Role of Voice Input for Human-Machine Communication. *Proc. of the 10th International Conference on Data Engineering* 1994, pp. 166-167, Houston, USA. Also available as :

<http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/1169/ftp:zSzzSzcse.ogi.eduzSzpubzSzchcczSzpcohenzSznas.pdf/cohen94role.pdf>.

[Cohen et. al., 2000] Philip Cohen, David McGee and Josh Clow, The efficiency of multimodal interaction for a map-based task. *Proc. of the Applied Natural Language Processing Conference 2000*, pp.331–338, Seattle, Washington, USA. Also available as : http://www.cse.ogi.edu/CHCC/Publications/efficiency_multimodal_interaction_map_based_task_cohen.pdf.

[Christian et al., 2000] Kevin Christian, Bill Kules, Ben Shneiderman and Adef Youssef, A comparison of voice controlled and mouse controlled web browsing, *Proc. of the 4th international ACM conference on Assistive technologies*, United States, pp. 72 – 79.

[Duggan, 2004] Bryan Duggan, Creating Effective Efficient & Desirable Voice Enabled Web Systems, *Proc. of 8th ERCIM Workshop "User Interfaces For All"*, Austria, 28-29 June 2004. Also available as : http://www.ui4all.gr/workshop2004/files/ui4all_proceedings/adjunct/techniques_devices_methods/25.pdf.

[Duggan, 2003] Bryan Duggan, Revenue Opportunities in the Voice Enabled Web, School of Computing Report, Dublin Institute of Technology, 2003. Also available as : <http://www.comp.dit.ie/bduggan/Research/Revenue%20Opportunities%20in%20the%20Voice%20Enabled%20Web.pdf>.

[EURESCOM, 2000] EURESCOM Project P923, Multilingual WEB sites: Best practice, guidelines and architectures, Volume 4 of 5: Annex C, September 2000. Also available as : <http://www.eurescom.de/~pub-deliverables/P900-series/P923/D1Vol4/p923d1vol4.pdf>.

[Grasso et. al., 1998] Michael A. Grasso, David S. Ebert, and Timothy W. Finin, The Integrality of Speech in Multimodal Interfaces. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. 1998; **5(4)**: pp. 303-325. Also available as : <http://www.csee.umbc.edu/~mikeg/papers/report03.pdf>.

[Grasso,1996] Michael A. Grasso, Speech Input in Multimodal Environments: A Proposal to Study the Effects of Reference Visibility, Reference Number, and Task Integration. Department of Computer Science and Electrical Engineering, University of Maryland, Technical Report **CS-96-09**, July 1996. Also available as : <http://www.csee.umbc.edu/~mikeg/papers/report01.pdf>.

- [Huckvale, 2005] Mark Huckvale, A Tutorial Introduction to SALT, 2005. Available as :
<http://www.phon.ucl.ac.uk/home/mark/salt/>.
- [Kanninen, 2003] Matti Kanninen, Multimodaalisuus käyttöliittymäsuunnittelijan näkökulmasta. Lopputyö, Taideteollinen korkeakoulu, Medialaboratorio, 23.04.2003. Also available as :
http://mlab.uiah.fi/www/projects_and_publications/final_thesis/pdf/kanninen_lopputyo.
- [Karimullah and Sears, 2002] Azfar S. Karimullah and Andrew Sears, Speech-based Cursor Control. *Proc. 5th international ACM conference on Assistive technologies*, Scotland, 2002, pp. 178 – 185.
- [McTear, 2004] Michael McTear: *Spoken Dialogue Technology: Towards the Conversational User Interface*. Springer-Verlag, 2004.
- [Nigay and Coutaz, 1993] Laurence Nigay and Joelle Coutaz, A design space for multimodal systems : concurrent processing and data fusion. Human factors in Computing Systems, *Proc. of INTERCHI*, 1993, pp. 172-178. Also available as :
http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/1591/ftp:zSzzSzftp.imag.frzSzimagzSzIIHMzSzpublicationszSz1993zSzInterCHI93_DataFusion.pdf/nigay93design.pdf
- [Poon and Nunn, 2001] Josiah Poon and Chris Nunn, Browsing the Web from a Speech-Based Interface. In : *9th IFIP TC.13 Conference on Human-Computer Interaction*, Japan July 9-13, 2001, pp.302-309. Also available as
http://www.cs.usyd.edu.au/~josiah/telebrowse_interact01.pdf.
- [Repenning and Sullivan, 2003] Alexander Repenning and James Sullivan, The Pragmatic Web: Agent-Based Multimodal Web Interaction with no Browser in Sight. In : *9th IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction*, Switzerland, September 1-5, 2003, pp. 212-219. Also available as :
<http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/conferences/INTERACT2003/INTERACT2003-p212.pdf>.
- [SALT Forum, 2005] Speech and Language Tags (SALT) Forum,
<http://www.saltforum.org>. [SALT Specification, 2002] Speech Application Language Tags (SALT) 1.0 Specification, July 15, 2002. Also available as :
<http://saltforum.org/saltforum/downloads/salt1.0.pdf>.

[Sears et al., 2003] Andrew Sears, JinJuan Feng, Kwesi Oseitutu, and Clare-Marie Karat, Hands Free Speech-Based Navigation During Dictation: Difficulties, Consequences, and Solutions. *Human-computer interaction*, Volume 18 (2003), pp. 229–257. Also available as http://userpages.umbc.edu/~jfeng2/links/HCI1803_2.pdf.

[Oviatt, 2003] Sharon Oviatt, Multimodal interfaces, In J. A. Jacko & A. Sears (Eds.), *The human – computer interaction handbook* (pp. 286–304). Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2003.

[Vainio, 2001] Martti Vainio, Puhetekniikan perusteet. Fonetiiikan laitos, Helsingin Yliopisto, 2001. Also available as : <http://www.ling.helsinki.fi/~marvaini/perusteet/luento01-4up.pdf>.

[Wang, 2002] Kuansan Wang, SALT: a spoken language interface for web-based multimodal dialog systems. In : *7th International Conference on Spoken Language Processing*, September, 2002, pp. 2241-2244. Also available as : <http://research.microsoft.com/srg/papers/2002-kuansan-icslp.pdf>.

Tietotekniikan opetus ja hyödyntäminen opetuksessa peruskoulun yläluokilla

Leena Palovuori

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa selvitetään aikaisempien tutkimusten sekä kirjallisuuden ja ammattilehtien artikkeleiden perusteella minkälaista on tietotekniikan opetus ja tietotekniikan hyödyntäminen peruskoulun yläluokilla. Tutkimusmenetelmänä käytetään kirjallisuuskartoitusta. Käydään läpi tutkimusten avulla erilaisia näkemyksiä ja käsityksiä tietotekniikan opetuksesta ja tietotekniikan käytöstä ja hyödyntämisestä peruskouluissa. Tutkimuksessa esitellään, mitä tietotekniikasta pitäisi opettaa ja osata peruskoulun yläluokilla. Lisäksi tarkastellaan opettajien tietoteknistä osaamista ja koulutustarvetta sekä koulujen tietokoneiden määrää ja tietoteknisiä laitteita.

Avainsanat ja –sanonnat: tietotekniikka, tietokoneet, tietotekniset laitteet, oheislaitteet, tietotekniikan opetus, tietotekniikan hyödyntäminen, tietotekninen osaaminen, peruskoulun yläluokat.

1. Johdanto

Tutkimuksessa tarkastellaan aikaisempia vuoden 1990 jälkeen tietotekniikan opetuksesta tehtyjä tutkimuksia. Lisäksi tuodaan esille opettajien ja rehtoreiden kokemuksia ja erilaisia näkemyksiä ja käsityksiä tietotekniikan opetuksesta ja opetuskäytöstä sekä odotuksia tietotekniikan opetuksesta yläkouluissa.

Tämä tutkimus on dokumenttianalyysi, jossa pääasiallinen tutkimusmenetelmä on kirjallisuuskartoituksen tekeminen. Tutkimus on tehty kirjal-

lisuuden, erilaisten tutkimusten ja ammattilehtien artikkeleiden perusteella. Mukaan on otettu myös MAOL ry:n (matemaattisten aineiden opettajien liitto ry) lehdissä olleita artikkeleita, joissa käytännön kokemuksiaan ja tietojaan ovat tuoneet esille hyvin alansa tuntevat opetustehtävissä toimivat opettajat. Tutkimus on laadittu pääasiassa opettajien näkökulmasta, mutta lyhyesti on tuotu esille myös rehtorien, vanhempien ja oppilaiden näkökulmia.

Keskustelin eräiden peruskoulun yläluokkien tietotekniikan opettajien kanssa tietotekniikan opetuksesta ja hyväksikäytöstä opetuksessa. He innostivat minua tekemään tutkimusta tästä aiheesta. Tietotekniikka ei kuulu varsinaisiin oppiaineisiin, vaan sen opetus tapahtuu tällä hetkellä pääasiassa valinnaisaineena. Tulevaisuudessa tietotekniikan opetusta tullaan yhä enemmän integroimaan muiden oppiaineiden opetuksen yhteyteen. Uudet koulukohtaiset opetussuunnitelmat tuovat esille sen, miten tietotekniikan opetus tullaan järjestämään niin, että jokainen oppilas saa riittävät perustiedot ja -taidot tietotekniikassa.

Kiinnostuin aiheesta myös siksi, että olen aikaisemmin toiminut muutama vuoden atk-tukihenkilönä kotipaikkakuntani peruskoulun yläasteella ja olen silloin läheltä seurannut siinä koulussa tietotekniikan opetusta ja tietokoneiden käyttöä myös muissa oppiaineissa sekä opettajien tietoteknistä osaamista ja halua tietokoneen hyödyntämiseen opetuksessaan.

Tämän tutkimukseni yhtenä lähtökohtana on luvussa 2 esille tuodut hallituksen, opetusministeriön ja Opetushallituksen koulutusta ja tietoyhteiskuntaa käsittelevät toimenpidestrategiat. Käydään läpi lyhyesti opetusministeriön laatima koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelma vuosille 2003-2008 ja opetusministeriön koulutuksen ja tutkimuksen tietoyhteiskuntaohjelma vuosille 2004-2006 sekä hallituksen uusin periaatepäätös strategia-asiakirjasta 2005. Se käsittelee hallitusohjelman tietoyhteiskuntaohjelmaa. Lisäksi tarkastellaan uusia perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita 2004 ja uusien opetussuunnitelmien sisältöjä.

Luku 3 tuo esille tietotekniikan opetusta ja tavoitteita peruskoulussa. Tarkastellaan tutkimusten pohjalta opettajien ja rehtoreiden sekä vanhempien näkemyksiä ja käsityksiä tietotekniikan opetuksesta ja hyödyntämisestä peruskouluissa. Tarkastellaan myös opettajien tietoteknistä osaamista ja tietotekniikkakoulutusta. Luvussa 4 tarkastellaan tutkimuksissa esille tulleita koulujen käytössä olevien tietokoneiden määrää ja tietoteknisiä laitteita. Luvussa 5 tehdään yhteenveto tietotekniikan opetuksesta ja hyödyntämisestä opetuksessa.

Tietotekniikka kehittyy nopeasti ja uutta tietoa ja teknologiaa tuodaan esille jatkuvasti, siksi otan tähän tutkimukseen mukaan vain uusimpia tiedonlähteitä 1990-luvulta alkaen. Erilaisia tutkimuksia ja materiaalia löytyi hyvin monia, siksi rajoitunkin tässä tutkimuksessa vain Suomessa tehtyihin tutkimuksiin ja selvityksiin.

2. Tutkimuksen lähtötilanne

Koteihin ja oppilaitoksiin on hankittu tietokoneita enemmän jo 1980-luvulta saakka. Siitä lähtien tietokoneiden kehitys on vähän kerrallaan nopeutunut ja varsinkin viime vuosina tietokoneiden kehitys on entisestään kiihtynyt. Tietotekniikan käyttö yleistyy jatkuvasti lähes kaikilla aloilla, yhä enemmän joudumme jokainen tulevaisuudessa käyttämään asioiden hoidossa tietokoneita hyväksemme. Kunnat siirtävät asiointia enenevässä määrin hoidettavaksi internetin kautta. Enää ei tarvitse jonottaa kaikkia asioiden hoitoa kunnan virastoissa tai pankeissa vaan niitä voi hoitaa verkkoyhteyden kautta suoraan kotoa. Tämä edellyttää, että osaamme käyttää tietokoneita ja tarvittavia ohjelmistoja ja meillä on verkkoyhteydet käytettävissä.

Seuraavassa on esitelty lyhyesti koulujen opetussuunnitelmien laatimisen helpottamiseksi ja avuksi opetusministeriön, Opetushallituksen ja hallituksen strategioita ja ohjeita. Opetusministeriö on laatinut koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelman 2003-2008. Sen mukaan jokaisella on samanlainen oikeus saada kykyjensä mukaiset korkealaatuiset koulutusmahdollisuudet. Pe-

rusopetuksessa otetaan uusi tuntijako ja opetussuunnitelma käyttöön syksyllä 2006. Opetussuunnitelma toteutetaan paikallisella tasolla koulukohtaisesti. Opetuksen sisältöjä, oppimateriaaleja ja opetusmenetelmiä on kehitettävä ja otettava huomioon uudenlaiset oppimistavat ja toimintaympäristö. [Opetusministeriö, 2004a].

Opetusministeriö on jo aikaisemmin laatinut tietoyhteiskunnan kehittämiseksi koulutuksen ja tutkimuksen tietostrategiat vuosille 1995-1999 ja 2000-2004. Nyt on voimassa jatko-ohjelma aikaisemmalle tietostrategialle koulutuksen ja tutkimuksen tietoyhteiskuntaohjelma vuosille 2004–2006 [Opetusministeriö, 2004b]. Opetusministeriö on tietostrategiassaan asettanut koulutuksen yhdeksi tavoitteeksi antaa tietoyhteiskuntavalmiudet kaikille koululaisille ja opiskelijoille.

Tietotekniikan kehittyessä nopeasti, sille asetetaan jatkuvasti uusia haasteita. Ohjelmassa tuodaan esille uusia edellisen ohjelman laatimisen jälkeen havaittuja tärkeitä koettuja asioita. Niistä tärkeimpinä ovat tietoturvallisuuden ja sähköiseen asiointiin liittyvät asiat. Ohjelma koostuu osaamisesta, sisällöistä ja toimintaympäristöstä. Sen tavoitteena on kehittää kaikkien tietoyhteiskuntavalmiuksia ja nopeita tietoliikenneyhteyksiä jokaisen käyttöön. Valtio pyrkii myös sähköistämään omia palveluitaan ja hallintoa entisestään. Ohjelma on tarkoitettu kaikille koulutusaloille tukemalla oppilaitoksia hyödyntämään tieto- ja viestintäteknikkaa mahdollisimman monipuolisesti. Lisäksi ohjelmalla pyritään kehittämään ja edistämään kaikkien tietoyhteiskunnan palvelujen käyttäjien tietoteknisiä tietoja ja taitoja. [Opetusministeriö, 2004b].

Hallituksen yksi politiikkaohjelma on tietoyhteiskuntaohjelma. Sen toteutus on jaettu seitsemään eri osa-alueeseen. Ne ovat:

- tietoliikenneyhteydet ja digitaalinen televisiotoiminta
- kansalaisten tietoyhteiskuntavalmiudet ja turvallinen tietoyhteiskunta
- koulutus, työelämä, tutkimus ja tuotekehitys
- tieto- ja viestintäteknikan hyödyntäminen julkishallinnossa

- liiketoiminnan ja sisältöjen sähköistäminen
- lainsäädännölliset toimenpiteet
- kansainvälinen ulottuvuus.

Uusimmassa strategia-asiakirjassaan, joka on annettu 07.04.2005, hallitus pyrkii kehittämään kansalaisten tietoyhteiskuntavalmiuksia ja nopeita tietoliikenneyhteyksiä koteihin sekä julkisten asiakaspäätteiden lisäämistä kaikkien käyttöön. Tietoyhteiskunnan toiminnan edellytyksenä ovat nopeat ja turvalliset verkkoyhteydet. Pyritään kehittämään ja sähköistämään valtion omia palveluita ja hallintoa, samoin kuntasektorilla ja elinkeinoelämässä. Lisäksi pyritään tukemaan tietoyhteiskuntasektorin toimijoita edistämällä keskeisiä hankkeita ja lainsäädännöllisiä toimenpiteitä. [Valtioneuvosto, 2005].

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2004 [Opetushallitus, 2004] on tarkasti määritelty koulujen opetussuunnitelman kehys ja sisältö. Lisäksi siinä annetaan yleisohjeet mm. opetuksen järjestämisen lähtökohdista, opetuksen toteuttamisesta, oppimistavoitteista ja opetuksen keskeisistä sisällöistä sekä oppilaan arvioinnista. Opetussuunnitelma laaditaan joko kunta-kohtaisesti tai koulukohtaisesti. Koulut ovat vastuussa opetussuunnitelman laadinnasta ja kehittämisestä.

Kunnat laativat oman tieto- ja viestintätekniiikan strategiakehyksen kouluja varten. Koulut velvoitetaan laatimaan oma tieto- ja viestintätekniiikan strategiansa kunnan strategiakehyksen puitteissa. Koulun tieto- ja viestintästrategia tarkoittaa tieto- ja viestintätekniiikan ja sen sovellusten käytön suunnitelmaa opettajan työvälineenä, oppimisen välineenä sekä opetuksen integroinnissa. Strategian mukaan uusi tekniikka pitää integroida kaikkien oppiaineiden opetukseen.

Perusopetuksen uudet opetussuunnitelmat tulevat kokonaisuudessaan käyttöön kaikille peruskoulun luokka-asteille 01.08.2006. Uusi opetussuunnitelma on tarkka kuvaus siitä, miten koulussa toimitaan. Perusopetuksen opetussuunnitelman [Opetushallitus, 2004] mukaan koulukohtaisessa opetus-

suunnitelmassa esitellään koulun arvot, toiminta-ajatus, opetuksen tavoitteet, paikallinen tuntijako sekä ainekohtaiset tavoitteet ja sisällöt. Sen lisäksi siinä mainitaan ratkaisut aihekokonaisuuksien toteuttamiseksi sekä koulun tietostrategia. Aihekokonaisuudet ovat kasvatusta ja opetustyön keskeisiä painoalueita, joiden tavoitteet ja sisällöt sisältyvät useisiin oppiaineisiin. Ne toimivat kasvatusta ja opetusta eheyttävinä teemoina. Aihekokonaisuudet tulee sisällyttää yhteisiin ja valinnaisiin oppiaineisiin sekä yhteisiin tapahtumiin ja koulun toimintakulttuuriin. Tietotekniikan valinnaiskursseilla voidaan tietotekniikan käyttötaitojen opetuksen lisäksi opettaa myös aihekokonaisuuksien tavoitteiden saavuttamista.

3. Tietotekniikan opetus ja hyödyntäminen opetuksessa

Tietotekniikka ei kuulu opetussuunnitelmassa varsinaisiin oppiaineisiin vaan yleensä yhden tai kahden viikkotunnin valinnaisaineisiin. Pienemmissä kouluissa valinnaisaineita ei ole jaettu kursseihin vaan niissä kouluissa kuuluu kaikille 8. ja 9. luokkalaisille oppilaille yhtenä valinnaisaineena tietotekniikka. Täten voidaan huolehtia siitä, että jokainen oppilas saa peruskoulun aikana perustiedot tietotekniikasta.

Nurmen [2002] mukaan tietotekniikan opetussuunnitelmat ovat hyvin erilaisia. Toisissa kouluissa tietotekniikkaa opetetaan runsaasti, toisissa taas hyvin vähän. Päteviä tietotekniikan opettajia ei riitä kaikkiin kouluihin ja laitekanta on hyvin vaihtelevaa. Ongelmia tuottaa myös koneiden ja laitteiden ylläpito ja tukipalvelut. Uusissa opetussuunnitelmissa tietotekniikan asema tulee olemaan vahvempi. Silloin oppilas saa peruskoulussa tietotekniikan kursseilla perustiedot ja käyttötaidot ja pystyy näillä tiedoilla opiskelemaan uusien ohjelmistojen käyttöä ja saamaan käsityksen tietotekniikan käyttömahdollisuuksista.

Tietotekniikan opetuksesta ja hyödyntämisestä kouluissa on Suomessa tehty useita erilaisia tutkimuksia. Asiaa on käsitelty monella eri tavalla käyttä-

en erilaisia näkökulmia. Osa tutkimuksista käsittelee opettajien ja rehtoreiden omia näkemyksiä ja käsityksiä tietotekniikan opetuksesta. Osassa vertaillaan koulujen laitteistoja ja ohjelmistoja sekä käsitellään vanhempien näkemyksiä ja asenteita koulujen tietotekniikan opetusta kohtaan.

3.1. Tietotekniikan opetus

Tietotekniikan opetuksen lähtökohtana on, että perusopetuksessa kaikki oppilaat saavat riittävät tieto- ja viestintätekniiikan perustaidot. Tietotekniikan käyttö opetuksessa on yleistynyt huomattavasti viime vuosina oppilaitoksissa. On tutkittu, osataanko uutta tietotekniikkaa käyttää kouluissa tehokkaasti ja parantaako se oppimistuloksia. Parhaimmillaan tietotekniikka tukee hyvin opetuksen uudistumista. Suorat ja nopeat verkkoyhteydet ovat jo käytössä lähes kaikissa kouluissa. Se on tuonut virtuaalikoulujen ja erilaisten etäopiskelujen mahdollisuuden ja tiedonhaun kouluissa kaikkien oppilaitten ulottuville. Koulujen perinteiset oppimisympäristöt tulevat muuttumaan tietoverkkojen mukanaan tuomien uusien mahdollisuuksien mukana.

Tietokoneen käyttö opetuksessa vaikuttaa tapaan, jolla uusia asioita opitaan ja se edellyttää samalla uusia opetus- ja oppimistapoja. Tietokoneen käyttö parantaa työskentelymotivaatiota ja luo paremmat edellytykset eri oppiaineiden väliseen integrointiin. Vääränlaiset asenteet ovat oppimisen suurimpia esteitä. Jokaisella itsellään pitää olla halu oppia uutta muuten ei oppimista voi paljoa tapahtua. Väkeväinen [1997] on tehnyt Pohjois-Karjalassa tietotekniikan opetuskäyttöä koskevan tutkimuksen, jonka mukaan opettajan henkilökohtainen kiinnostus tietokonetta kohtaan vaikuttaa hänen motivoitumiseensa tietokoneen käytössä. Samoin siihen vaikuttaa kannustava työilmapiiri ja se min-käläinen merkitys tietokoneella on opetettavan asian ja oppiaineen kannalta. Opettajat pitävät tärkeänä, mitä opetussuunnitelmassa kerrotaan tietokoneen käytöstä ja sitä voidaanko sillä parantaa oppilaiden oppimishalukkuutta.

Sitran tieto- ja viestintäteknikka opetuksessa ja oppimisessa -hankkeen loppuraportin [Sinko *et al.*, 1998] mukaan tietotekniikkaa käytettiin omana oppiaineena eikä kovin paljoa integroituna muiden aineiden kanssa. Tietotekniikkaa käytettiin apuna muissa aineissa lähinnä reaaliaineiden, äidinkielen ja vieraiden kielten tunneilla. Tämän tutkimuksen mukaan tietotekniikasta opetettiin pääasiassa tekstinkäsittelyä, tiedonhakuja Internetistä ja sähköpostin käyttöä sekä CD-ROM -pohjaisia ohjelmia. Ohjelmointia ei juurikaan näissä kouluissa opetettu.

Lehtosen [1998] mukaan tietotekniikan käyttö on hyödyllistä tehtäessä tiedonhakuja Internetistä ja käytettäessä opetusohjelmia ja sähköpostia. Oppilaiden projektitöissä ja esitelmien sekä muiden kirjoitelmien laatimisessa käytetään paljon apuna tietokoneita.

Hämäläinen [2004] on tutkinut tieto- ja viestintäteknikan hyväksikäyttöä kuvataidekasvatusta käsittelevässä toimintatutkimuksessaan. Tutkimuksessa tarkasteltiin näiden välineiden hyötykäyttöä ja sisällöntuotantoa. Oppiaineen opetuksen yhteydessä integroitiin opetukseen myös tietokoneen käyttötaitojen kehittäminen oppilaiden kokemusten pohjalta. Tietotekniikan opetusta tulisi-kin voida sisällyttää monien eri oppiaineiden opetuksen yhteyteen, siten myös ne oppilaat, jotka eivät ota sitä valinnaisaineena saisivat tietotekniikanopetusta muiden aineiden yhteydessä. Tämä asettaa uusia haasteita kaikille opettajille ja vaatii myös opettajilta riittävää tietotekniikan koulutusta.

Tietotekniikan käytön uhkana tai vaarana Lehtonen [1998] näkee Internetiin liittyvät ongelmat. Vaarana on sen väärinkäyttö ja ongelmana sen valvominen. Tietotekniikan etuna on opetusmenetelmien monipuolistuminen ja oppilaiden motivoituminen. Tietotekniikka tuo myös mahdolliseksi kansainväliset kontaktit. Avoimet oppimisympäristöt ja videoneuvotteluyhteydet antavat opiskelumahdollisuudet ajasta ja paikasta riippumatta.

3.2. Tietotekniikan opetuskäytön tavoitteet

Koulujen opetussuunnitelmissa ei tietotekniikka ole varsinainen oppiaine vaan se esiintyy joko yhden tai kahden viikkotunnin valinnaisaineena. Koulun on pyrittävä integroimaan tietotekniikan opetus kaikkiin oppiaineisiin mielekäällä ja mielenkiintoisella tavalla. Koulun on kuitenkin huolehdittava, että jokainen oppilas saa peruskoulussa riittävät tietotekniikan perustaidot.

Tietoverkot ja tietokoneet mahdollistavat aiempaa itsenäisemmän opiskelun, mikä lisää oppilaiden motivaatiota ja koulutyön tehokkuutta. Tietoverkko tuo oppilaille mahdollisuuden osallistua verkko-opetukseen. Opettajan työnkuva muuttuukin tulevaisuudessa nykyistä monipuolisemmaksi. Opettaja on muuttumassa tiedon jakajasta oppilaan ohjaajaksi. Uusimpana on mukaan tulossa virtuaalikouluja. Virtuaalikoulun kehittäminen on osa valtakunnallista tietoyhteiskuntaohjelmaa.

Uusien opetussuunnitelmien ja tietoverkkojen sekä virtuaalikoulujen myötä peruskouluihin tulee aihekokonaisuutena viestintä ja mediataito. Viestintäkasvatuksen ja mediaosaamisen opetusta ja kehittämistä lisätään kouluissa [itk, 2004a]. Mediat tuovat suuria haasteita oppilaitoksille. Mediataito ei ole pelkästään mediatekstien lukemista vaan kykyä kriittisesti valita ja hyödyntää mediasta saatavaa tietoa [itk, 2004b]. Verkkokoulut yleistyvät ja niillä haetaan apua harvaan asutun alueen koulupalvelujen tukemiseksi. Verkkokoulua voidaan hyödyntää kahden eri koulun yhteisenä opetuksena tieto- ja viestintätietotekniikkaa hyväksikäyttäen [itk, 2004c].

Tietotekniikan opetussuunnitelmien laatiminen vaihtelee koulukohtaisesti hyvin paljon. Opetussuunnitelmassa on vaatimuksena, että jokainen peruskouluoppilas saisi peruskouluaihana ainakin perustiedot tietotekniikasta, ettei oppilas kävisi peruskoulua läpi saamatta ollenkaan tietotekniikan opetusta. MAOL ry:n (matemaattisten aineiden opettajien liitto ry) julkaisu [Kaakinen *et al.*] antaa opettajille erään mallivaihtoehdon, mitä kaikkea oman koulun opetussuunnitelman tulisi sisältää tietotekniikan opetuksesta. Julkaisu antaa tarkan

kuvauksen opetuksen sisällöstä. Tietotekniikan perusteissa tutustutaan tietokonelaitteistoon ja perustietojärjestelmään sekä perehdytään laitteen käyttöön ja perusasioiden hallintaan. Tarkat opetussisällöt löytyvät myös tekstinkäsittelystä, taulukkolaskennasta, tietokannoista, grafiikasta sekä sähköpostin ja internetin käytöstä. Vaihtoehtona voisi valinnaisaineena lukeneille olla kaikille yhteinen tietokoneen ajokortti ja lisäksi valinnaiskursseja, kuten kuvankäsittely, kotisivun tekeminen, ohjelmointi ja multimedia.

Lahtinen [1993] käsittelee tutkimuksessaan sitä, kuuluuko tietotekniikka yhteisiin ja kaikille pakollisiin aineisiin vai onko osa opetuksesta pakollisia ja osa valinnaisia aineita tai onko koko oppiaine valinnaisaine. Yksilön näkökulmasta katsottuna oppiaine kuuluu kaikille pakollisiin aineisiin ja yhteiskunnan näkökulmasta katsottuna osa oppiaineesta kuuluu kaikille pakollisiin ja osa valinnaisiin aineisiin. Hän tarkastelee myös mitä tietotekniikasta pitäisi opettaa. Hänen mielestään tietotekniikasta pitäisi opettaa yleistietoa, tietokoneen käyttötaitoa ja ohjelmointia. Tietokoneen yleistieto sisältää tiedon ja sen esittämisen, tietojenkäsittelyn ja tietojärjestelmien perusteet, tietokonelaitteiston ja tietojenkäsittelyn vaikutukset yksilön ja yhteisön kannalta. Tietokoneen käyttötaito sisältää ohjelman soveltamisen taidon, kuten tekstinkäsittelyn, taulukkolaskennan, tietokantojen käsittelyn, kuvankäsittelyn ja tietoliikenteen. Tietotekniikan ohjelmoinnin alkeita pitäisi sisällyttää opetukseen. Se vaatii oppilaalta omaa päättelykykyä ja tiedon prosessointia.

3.3. Opettajien näkemyksiä ja käsityksiä tietotekniikan opetuskäytöstä

Opettajien näkemyksiä, kokemuksia ja odotuksia tietotekniikan opetuksesta ja opetuskäytöstä sekä opettajien asenteita tietotekniikkaa kohtaan on tutkittu useammassa tutkimuksessa.

Tietotekniikkaa ei ole hyödynnetty vielä riittävästi opetuskäytössä. Suurimpina esteinä nähdään laitteiden ja tilojen puute tai tietokoneet ja ohjelmistot ovat jo liian vanhoja. Tietokoneita olisi hyvä olla jokaisessa luokassa ainakin

yksi. Tietotekniikan käyttöä koulutyössä vaikeuttaa myös opetusryhmien liian suuret koot ja aikapula. [Väkeväinen, 1997].

Setälän [2003] mukaan tietotekniikka on tärkeä osa nykyisessä oppimisympäristössä. Laitteita tulisi olla riittävästi ja hyvät verkkoyhteydet kaikissa kouluissa. Tietotekninen oppimisympäristö vaatii jatkuvaa ylläpitoa ja henkilön, joka vastaa järjestelmien ja laitteiden toiminnasta. Koulut ja opettajat tarvitsevat jatkuvasti sekä pedagogista että teknistä tukea.

Opettajien puutteellinen koulutus vaikuttaa siihen, miten halukkaita he ovat hyödyntämään tietotekniikkaa opetustyössään. Mitä vähemmän opettajalla itsellään on tietotekniikan koulutusta sitä vähemmän hän käyttää sitä opetuksessaan. Osaamattomuuden sekä tiedon ja taidon puutteen lisäksi myös asenteet vaikuttavat siihen, miten paljon opettajat haluavat opetuksessaan käyttää tietokonetta apuna. Tutkimuksen [Väkeväinen, 1997] mukaan alle puolet opettajista ei käyttänyt tietokonetta opetuksessa juuri ollenkaan. Kolmasosa opettajista käytti tietokonetta opetustyössä puoli tuntia viikossa tai vähemmän ja viidesosa käytti yli 2 tuntia viikossa.

Väkeväisen [1997] tekemän tutkimuksen mukaan tietotekniikan käyttö opetuksessa on ollut vielä vähäistä. Puolet tutkimuksen opettajista ovat tutustuneet tietotekniikkaan. Niistä opettajista 71% ovat käyttäneet tietotekniikkaa opetustyössä ja ovat kokeneet sen käytön myönteisenä asiana. Heidän mielestään se tuo uusia toimintamahdollisuuksia opetustyöhön. Opettajista 27% oli sitä mieltä, että tietotekniikan käyttö opetuksessa lisää motivaatiota, innostusta ja monipuolisuutta koulutyötä kohtaan. Oppilaskeskeisempää opetustapaa piti 17% opettajista parempana kuin perinteistä opettajakeskeistä opetustapaa. Yhteyksien paranemisen katsoi 15% opettajista olevan tärkeää ja oman työn tehostumista piti tärkeänä 12% opettajista.

Sitran [Sinko *et al.*, 1998] loppuraportin mukaan opettajista vain 15% käytti tietotekniikkaa opetuksessaan päivittäin ja 36% viikoittain. Koulun tietotekniikkaluokkaa opettajista käyttivät vain 9% päivittäin ja 29% viikoittain.

Tämä saattaa johtua siitä, että tietotekniikkaluokka oli varattuna, koska sitä käyttivät päivittäin tietotekniikan opettajat ja vastuuhenkilöt.

Väkeväisen [1997] tutkimuksen mukaan opettajista puolet ilmoittaa käyttävänsä tai saattaisi käyttää tietokonetta tuntien valmisteluun, lähes kolmasosa käyttää opetusohjelmia, 10% opettajista käyttää tietoverkkoja hakuteoksena sekä 9% opetuksen eriyttämiseen, lisätehtäviin ja motivointiin.

3.4. Rehtorin näkemyksiä

Väkeväisen [1997] tutkimuksen mukaan rehtorit pitivät suurimpina ongelmina tietotekniikan hyödyntämisessä rahan puutetta, aikapulaa, tietoteknistä osamattomuutta ja vääriä asenteita. Tärkeinä kehittämiskohteina rehtorit pitivät tietokoneiden lisäystä, opettajien koulutusta, etäopetuksen kehittämistä ja verkottumista. Rehtoreiden mielestä tietotekniikan opettaminen tulisi aloittaa jo alaluokilla. Siellä hankittaisiin perustaitoja käytännön tehtävien, pelien ja leikkien kautta. Myös kotona saatavaa perustaitojen opettamista pidettiin toivottavana.

Tutkimuksen [Kankaanranta *et al.*, 2000] mukaan rehtorien mielestä opetustavoitteet tietotekniikan käyttöön koulussa olivat melko vähäisiä. Tärkeimpänä tavoitteena rehtorit pitivät oppilaiden valmistamista tuleviin työtehtäviin. Rehtorit pitivät myönteisinä oppilaiden sähköpostin käyttöön liittyviä tavoitteita sekä luokkakohtaisia tietokoneita ja tukivat laitteiden lisähankintoja. Myönteisesti rehtorit suhtautuivat myös tietoverkkojen merkitykseen ja käyttöön. Tietotekniikan käytön estävinä tekijöinä rehtoreista 49% pitivät opettajien aikapulaa valmistella oppitunteja, joissa käytetään tietokoneita, 44% rehtoreista oli sitä mieltä, että tietokoneiden käyttöä on myös vaikea integroida muuhun opetukseen, suurimpana esteenä ja ongelmana 70% rehtoreista piti vaikeana tietokoneajan ja tietokoneluokan järjestämistä eri luokkien käyttöön. Tietoverkkojen käytön ongelmana nähdään opettajien aikapula tutkia tietoverkkojen

mahdollista käyttöä ja tietoverkkoja on vaikea käyttää eri tasoisten oppilaiden kanssa.

3.5. Muita näkemyksiä tietotekniikan hyödyntämisestä koulussa

Kodin ja koulun yhteistyö on hyvin tärkeää. Vanhemmat ovat kiinnostuneita lastensa tietokoneen käytöstä ja siitä miten sitä opetetaan ja hyödynnetään koulussa.

Tyni [1999] kuvaa tutkimuksessaan vanhempien asenteita ja suhtautumista tietotekniikan käyttöön kouluopetuksessa. Tutkimus käsittelee keskeisiä kysymyksiä myönteisestä ja kielteisestä suhtautumisesta tietotekniikan hyväksikäyttöön opetuksessa. Tutkimustuloksesta käy ilmi, miten vanhempien arvomaailma vaikuttaa heidän suhtautumiseensa tietotekniikan käyttöön kouluopetuksessa. Vanhempien arvomaailmaan taas vaikuttaa suurelta osin heidän oma koulutuksensa ja oma kokemuksensa tietokoneen käytössä.

Väkeväisen [1997] mukaan suurimmaksi osaksi oppilaita tietotekniikan käyttö opetuksessa motivoi ahkerampaan opiskeluun. Oppilaiden motivaatio kasvoi, kun tietokoneen käyttö opetuksessa oli hyvin suunniteltua ja opetustilanteeseen sopivaa.

3.6. Opettajien tietotekninen osaaminen ja koulutus

Opettajat toimivat tärkeänä linkkinä tietotekniikan opetuksessa eri ikäisille ihmisille. Tietotekniikan nopean kehittymisen vuoksi opettajat tarvitsevat jatkuvaa tietämyksensä päivittämistä ja ajan tasalla pitämistä koulutuksen avulla.

Pohjois-Karjalassa tehdyn tutkimuksen [Väkeväinen, 1997] mukaan 42 % opettajista on opiskellut tietotekniikkaa satunnaisilla kursseilla, 24 % opettajista on käynyt työnantajan järjestämää koulutusta, 22 % on kotona itseopiskellut, 7 % on opiskellut alan oppilaitoksessa ja 5 % ei ole opiskellut missään. Opettajat pitivät koulutustaan riittämättöminä, liian teoreettisina ja tehottomina. Nämä

opettajat olivat ikäryhmiltään 40-50 -vuotiaita ja he olivat hankkineet tietotekniikkakoulutusta vasta valmistumisensa jälkeen.

Matemaattis-luonnontieteellinen aikakauslehti *Dimension* artikkelissa [Lappi *et al.*, 2002] tuodaan esille opettajien tietoteknisten taitojen tärkeys. Opettajilta vaaditaan riittävää tietokoneiden teknistä käyttöä, tietokoneiden pedagogista oikeaa käyttöä ja oppimismetodiikkaa uuden oppimistilanteen mukaan.

Jos opettajalla on vähemmän itsellään tietotekniikan koulutusta, silloin hän käyttää sitä vähemmän hyödyksi opetuksessaan. Väkeväisen [1997] mukaan opettajat kaipaavat koulutusta pääasiassa tietoliikenteen hyväksikäyttöön, tekstinkäsittelyyn, grafiikan tekoon ja erilaisten opetusohjelmien käyttöön.

Sitran [Sinko *et al.*, 1998] loppuraportin mukaan laitepulan rinnalla tietoteknisen osaamisen puutteet ja laitteiden ja ohjelmistojen uusiminen aiheuttavat jatkuvaa lisäkoulutuksen tarvetta. Vaikka opettajat itse osaisivat käyttää laitteita ja ohjelmia, he kokevat pedagogisen osaamisen puutteet ongelmaksi.

Vainionpään [2004] mukaan nykyisin opettajankoulutuksessa tieto- ja viestintäteknikka muodostaa oman aihepiirin. Heti opintojen alussa opiskellaan ja harjoitellaan ne tietotekniikan perustaidot, joita he tarvitsevat opiskelussa ja työelämässä. Opiskelun edetessä tietotekniikan taitoja ja tietämystä kehitetään ja monipuolistetaan hyödyntämällä multimedia- ja tietoverkko-oppimateriaalia sekä sähköistä tiedonhakua ja sähköpostia.

4. Koulujen tietotekniset laitteet

Tietokoneiden määrästä ja oheislaitteista opetuskäytössä kouluissa on erilaisia tietoja. Sitran [Sinko *et al.*, 1998] loppuraportin mukaan yläluokilla oli 1 tietokone 14 oppilasta kohti. Osa tietokoneista oli jo vanhentuneita ja kovasta käytöstä johtuen kaipaisi jo uusimista. Opetusministeriön kanta onkin, että työasemia tuli uusia vuosittain neljännes laitekannasta. Eniten oheislaitteista käytettiin CD-ROM -asemia, skannereita ja tulostimia. Jonkin verran oli käytössä

myös digitaalikameroja, kirjoittavia CD-ROM -asemia ja videoneuvottelulaitteistoja. Laitteistojen huolto ja tekninen tuki oli pääasiassa atk-opettajien vastuulla, jonkin verran he saivat apua kunnan tukihenkilöiltä.

Keski-Suomessa tehdyn tutkimuksen [Markkanen, 2003] mukaan tietokoneiden määrä oppilasta kohti vaihteli koulukohtaisesti keskimäärin 4-13 laitteen välillä. Oheislaitteista eniten oli tulostimia ja skannereita, mutta myös huomattava määrä oli dataprojektoreita ja digitaalikameroita, vain muutamassa koulussa oli nettikamera tai digitaalinen videokamera. Kouluissa oli myös joitakin kannettavia tietokoneita, polttavia CD-ROM -asemia, dokumenttikameroita ja digitaalisia videoeditointijärjestelmiä.

Opetushallituksen asettaman tavoitteen mukaan vuoteen 2000 mennessä tietokoneita olisi pitänyt olla peruskoulun yläluokilla 1 tietokone 8 oppilasta kohti. Vuonna 1998 peruskoulun yläluokilla oli keskimäärin 1 tietokone 15 oppilasta kohti.

Arvostelu [Sinko *et al.*, 1998] käytettävissä olevien tietokoneiden määrästä ei tarkoita pelkästään sitä, että laitteita olisi liian vähän järkevään opetus- ja opiskelukäyttöön, vaan pohditaan sitä, miten laitteistoja voitaisiin käyttää joustavasti muuhun opetus- ja opiskeluprosessiin integroituna.

5. Johtopäätökset

Näiden tutkimusten perusteella näyttää siltä, että tietokoneita on edelleen kouluissa liian vähän ja niiden määrää pitäisi lisätä ja tietokonekantaa uusina riittävän usein. Tietokoneisiin ja tietotekniikan opetukseen ja hyödyntämiseen ei ole panostettu kovinkaan paljoa vielä 1990-luvun alkupuolella. Tietotekniikan huomioon ottaminen laajemmin on yleistynyt 1990-luvun puolivälistä saakka. Valtiovalta ja opetusministeriö ovat panostaneet nykyisin hyvin tietoyhteiskunta hankkeisiin.

Tietoteknisiä laitteita on lisätty ja uudistettu huomattavasti. Tietoverkot ja tietoliikenneyhteydet ovat käytössä jo lähes kaikissa kouluissa. Uusien opettajien tietotekniikan koulutustaso on lisääntynyt opiskeluvaiheessa huomattavasti ja kaikki uudet opettajat saavat jo hyvät tai laajat perustaidot ja tiedot tietotekniikasta heidän omien kiinnostuksen kohteidensa mukaan.

Uudet opetussuunnitelmat tulevat kaikille peruskouluille voimaan 01.08.2006, niissä ei tietotekniikka ole vielä omaksi oppiaineeksi. Tietotekniikka sisältyy useampaan aihekokonaisuuteen ja näin ollen tietotekniikka pitäisi integroida muiden aineiden opetukseen viimeistään vuoden kuluttua. Opettajien tietotekninen osaaminen tulee tulevaisuudessa olemaan laajempaa ja heidän on osattava hyödyntää tietotekniikkaa oman opetuksen apuna. Edelleen tietotekniikkaa tullaan opettamaan myös valinnaisaineena.

Viiteluettelo

- [Hämäläinen, 2004] Raija Hämäläinen, *Realismia vai utopiaa? Toimintatutkimus tieto- ja viestintätekniikan opetuksen integroimisesta luokanopetukseen*. Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos, Tutkimuksia 12, Jyväskylän yliopistopaino, Jyväskylä, 2004.
- [itk, 2004a] Viestintäkasvatuksen workshop – lapset ja nuoret ja elävät kuvat. *itk 2004 Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa –konferenssi*, Hämeen kesäyliopiston julkaisusarja, sarja B, Riihimäen kirjapaino Oy, Riihimäki 2004.
- [itk, 2004b] Verkottuneen median mahdollisuudet ja haasteet mediakasvatuksessa. *itk 2004 Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa –konferenssi*, Hämeen kesäyliopiston julkaisusarja, sarja B, Riihimäen kirjapaino Oy, Riihimäki 2004.
- [itk, 2004c] Verkkokoulu tukee kouluverkkoa. *itk 2004 Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa –konferenssi*, Hämeen kesäyliopiston julkaisusarja, sarja B, Riihimäen kirjapaino Oy, Riihimäki 2004.

- [Kaakinen *et al.*] Päivi Kaakinen, Juha Nurmi, Mia Peltomäki, Pertti Tujunen ja Pentti Vuontisjärvi, *Mitä peruskoulun päättävän oppilaan tulisi tietää tietotekniikasta*. Tietotekniikkatoimikunta, MAOL ry. Saatavana myös http://www.maol.fi/frames/maol/julkaisut/atk_pk.pdf/suomi (21.01.2005).
- [Kankaanranta *et al.*, 2000] Marja Kankaanranta, Eija Puhakka ja Pirjo Linnakylä, *Tietotekniikka koulussa, Kansainvälisen arvioinnin tuloksia*. Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopistopaino, ER-paino Ky, Jyväskylä 2000.
- [Lahtinen, 1993] Hannu Lahtinen, *Tietotekniikan kouluopetus*. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos, Tietojenkäsittelyopin pro-gradu -tutkielma, 1993.
- [Lappi *et al.*, 2002] Timo Lappi, Markku Lang ja Vesa Virta, Oppimisen portaat opettajille, Tieto- ja viestintätieteiden pedagogiikka. *Dimensio* 2 (2002), 4-7.
- [Lehtonen, 1998] Maija Lehtonen, *Opettajien käsityksiä tietotekniikan opetuskäytöstä ja avoimista oppimisympäristöistä: entä mitä mieltä oppijat?* Hämeen ammattikorkeakoulu, Opettajakorkeakoulun julkaisuja **D-1998-116**, Ammatillinen opettajakorkeakoulu, Hämeenlinna, 1998.
- [Markkanen, 2003] Jaana Markkanen, *Tieto- ja viestintätieteiden opetuskäyttö perusopetuksen 7.-9. luokilla*. Jyväskylän yliopisto, Tietotekniikan laitos, Aineenopettajakoulutuksen linja, Pro-gradu -tutkielma, 2003. Saatavana myös http://www.cc.jyu.fi/~jamoilan/gradu_jaana.doc (19.01.2005).
- [Nurmi, 2002] Juha Nurmi, Kirjavaa menoa, Tietotekniikan opetus yläkoulussa ja lukiossa. *Dimensio* 2 (2002), 11-15.
- [Opetushallitus, 2004] *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. Opetushallitus, Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala, 2004.
- [Opetusministeriö, 2004a] *Koulutus ja tutkimus 2003 - 2008 Kehittämissuunnitelma*. Opetusministeriö, Koulutus- ja tiedepolitiikan osasto, Opetusministeriön julkaisuja 6, 2004.

- [Opetusministeriö, 2004b] *Koulutuksen ja tutkimuksen tietoyhteiskuntaohjelma 2004 - 2006*. Opetusministeriö, Koulutus- ja tiedepolitiikan osasto, Opetusministeriön julkaisuja 12, 2004.
- [Setälä, 2003] Mika Setälä, Uusia tuulia luvassa, Tietotekniikka peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmaluonnoksissa. *Dimensio*, 5 (2003), 8-10.
- [Sinko et al., 1998] Matti Sinko ja Erno Lehtinen (toim.), *Bitit ja pedagogiikka, Tieto- ja viestintäteknikka opetuksessa ja oppimisessa*. Sitran julkaisusarja nro 194, Atena Kustannus, WSOY Kirjapainoyksikkö, Juva, 1998. Saatavana myös <http://www.sitra.fi/Julkaisut/sitra194.pdf> (19.01.2005).
- [Tyni, 1999] Päivi Tyni, *Arvot, asenteet ja ATK. Vanhempien suhtautuminen kouluopetuksen tietotekniikkaan*. Tampereen yliopisto, Sosiologian ja sosiaalipsykologian laitos. Pro-gradu -tutkielma, 1999. Saatavana myös <http://tutkielmat.uta.fi/pdf/gradu00192.pdf> (21.01.2005).
- [Vainionpää, 2004] Jorma Vainionpää, *Hämeenlinnan opettajankoulutusta, Tieto- ja viestintäteknikka luokanopettajakoulutuksessa*. *Dimensio*, 3 (2004), 12-14.
- [Valtioneuvosto, 2005] *Hallituksen politiikkaohjelmat, Tietoyhteiskuntaohjelma*. Valtioneuvosto. 07.04.2005. Saatavana myös <http://www.valtioneuvosto.fi/tiedostot/pdf/fi/42828.pdf> (25.04.2005).
- [Väkeväinen, 1997] Kari Väkeväinen, *Tietotekniikan opetuskäyttö Pohjois-Karjalan kouluissa*. University of Joensuu, Department of Computer Science, Joensuun yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos, Raporttisarja A-1997-3, Joensuu, 1997.

Pelit käsikonsoleissa ja kännyköissä

Mika Rantanen

Tiivistelmä.

Tässä tutkielmassa käsitellään mobiilipelejä ja esitellään käsikonsolien ja kännyköiden soveltuvuutta pelikäyttöön.

Avainsanat ja -sanonnat: Mobiilipelit, pelikonsolit, matkapuhelimet

CR-luokat: C.2.1, C.5.3, K.8.0

1. Johdanto

Pelejä on perinteisesti pelattu pääasiassa tietokoneilla tai pelikonsoleilla. Toki erilaisia käsikonsoleitakin on ollut, mutta näiden laitteiden ominaisuudet ovat olleet rajoittuneita eikä niillä ole voinut pelata samanlaisia pelejä kuin pöytäkoneilla. Nykyään myös käsikonsolit ja matkapuhelimet ovat kuitenkin tulleet varteenotettaviksi alustoiksi myös sellaisille peleille, joita ennen on pelattu pöytäkoneilla.

Tietokone- ja konsolipelien myynti on viime aikoina kasvanut nopeasti ja videopeliteollisuus onkin jo merkittävä ala. Mahdollisuus pelata pelejä matkapuhelimilla on tuonut uuden mahdollisuuden pelimyynnille. Onkin todennäköistä, että tulevaisuudessa pelaaminen käsilaitteilla lisääntyy edelleen uusien matkapuhelinten ja käsikonsolien tullessa markkinoille. [Moreau et al., 2004].

Matkapuhelinvalmistajat ovat myös lisänneet uusiin puhelimiinsa ominaisuuksia, joista on hyötyä myös pelaamisessa. Tällaisia ovat esimerkiksi suuret värinäytöt ja hyvät ääniominaisuudet. Myös matkapuhelinten suorituskyky on kasvanut. Yhdessä nämä mahdollistavat laadukkaiden ja monipuolisten pelien pelaamisen myös matkapuhelimilla.

Eryityisesti Java-teknologian kehittyminen ja yleistyminen matkapuhelimissa on tuonut pelit matkapuhelinten käyttäjien saataville. Aiemmin matkapuhelinten pelejä ei pystynyt itse vaihtamaan, mutta nykyään käyttäjät voivat ladata ja asentaa matkapuhelimiinsa uusia pelejä helposti muutaman euron hintaan. Myös perinteiset käsikonsolit ovat kehittyneet. Esimerkiksi Nintendon DS on tällainen uusi käsikonsoli, jonka tehokkuus mahdollistaa jopa 3D-pelin pelaamisen [Mutta, 2005]. Uudet mobiililaitteet tarjoavat mahdollisuuden luoda myös täysin uudentyypisiä pelejä.

Mobiilille päätelaitteelle ei ole olemassa mitään vakiintunutta määritelmää. Jussi Parikan artikkelissa mobiileilla päätelaitteilla tarkoitetaan "erilaisia

mukana kannettavia, pienikokoisia, mahdollisesti myös verkkoon liitettäviä teknologioita, joilla on mahdollista käyttää erilaisia digitaalisia datapalveluita, vaikkapa mobiilipelejä” [Parikka, 2003]. Myöskään mobiilipelin määritelmä ei ole vielä vakiintunut. Käyttöön termi mobiilipeli tuli kännyköiden yleistyttyä ja usein mobiilipelillä tarkoitetaan juuri sellaisia pelejä, joita pelataan kännykällä [Järvinen, 2002b]. Tässä tutkielmassa mobiilipeillä tarkoitetaan pelejä, joita voi pelata mobiileilla laitteilla, siis esimerkiksi kännyköillä ja käsikonsoleilla.

Tutkielmassa esittelen miten mobiilipelit ja tavalliset pöytäkoneilla pelattavat pelit eroavat toisistaan. Tuon esille myös mobiilipelien ja -laitteiden ongelmia ja uusia mahdollisuuksia, joita mobiilius voi pelaamiseen tuoda.

2. Digitaaliset pelit

Digitaalisten pelien merkitys on viime aikoina kasvanut sekä taloudellisesti että kulttuurisesti. Pelit eivät ole enää pelkästään nuorten poikien ajanvietettä ja pelit ovatkin muuttumassa koko kansan huviksi. Entiset nuoret pelaajat jatkavat harrastustaan aikuistuttuaankin ja myös naispuolisten pelaajien määrä kasvaa. [Huhtamo and Kangas, 2002].

2.1. Pelilaitteet

Ensimmäiset televisioon liitettävät pelilaitteet tulivat kotimarkkinoille 1970-luvulla. Pelikonsolit ja kotitietokoneet alkoivat yleistyä 1980-luvulla kodeissa merkittävästi. Suosittuja laitteita olivat esimerkiksi Commodore 64 ja Nintendon pelikonsolit. [Haddon, 2002].

1990-luvun aikana konsolit ja tietokoneet kehittyivät nopeasti. Suorituskyvyn kasvaessa pelit siirtyivät kaksiulotteisuudesta kolmiulotteisuuteen sekä kuvien että äänien kohdalla. 1990-luvun lopulla konsolimarkkinoita hallitsi Sonyn PlayStation ja 2000-luvulla sen seuraaja PlayStation 2. Sonyn kilpailijoita ovat 2000-luvulla olleet myös Nintendo ja Microsoft GameCube- ja Xbox-konsoleillaan [Järvinen, 2002a].

Näiden perinteisten tietokoneiden ja pelikonsolien rinnalle on viime aikoina tullut entistä enemmän myös mukana kannettavia laitteita, joiden avulla pelejä voi pelata melkein missä vain. Ensimmäiset varsinaiset mukana kulkevat elektroniikkapelit tulivat markkinoille kuitenkin jo 1970-luvun lopulla. Tällaisia olivat esimerkiksi Nintendon Game&Watch-pelit, jotka olivat suosittuja suhteellisen halvan hinnan ja laajan valikoimansa vuoksi [Suominen, 2003].

Ensimmäiset kannettavat pelilaitteet olivat kuitenkin hyvin yksinkertaisia ja yhdellä laitteella oli mahdollista pelata vain yhtä peliä [Suominen, 2003]. Nintendon Gameboy toi tähän kuitenkin muutoksen ja siitä tuli erittäin suosittu käsikonsoli. Gameboyn ensimmäinen versio julkistettiin vuonna 1989

ja sen eri versiot ovat hallinneet lähes suvereenisti käsikonsolimarkkinoita viime vuosina [Järvinen, 2002a].

Vuoden 2004 lopulla julkaistiin kuitenkin kaksi uuden sukupolven käsikonsolia, Nintendon DS ja Sonyn PSP. Molemmat laitteet ovat huomattavasti aiempia käsikonsoleita kehittyneempiä ja niillä on mahdollista pelata esimerkiksi 3D-pelejä. PSP:llä tarjoaa lisäksi mahdollisuuden katsella elokuvia. [Mutta, 2005; Puha, 2005].

Käsikonsolit ovat saaneet kilpailijan myös kännyköistä, sillä suurin osa nykyään myytävistä kännyköistä mahdollistaa pelien pelaamisen. Lisäksi Nokia julkaisi vuonna 2003 ensimmäisen pelipuhelimen, N-Gagen, joka yhdisti laadukkaat peliominaisuudet matkapuhelimeen [Honkonen, 2003]. Nokia on tuomassa N-Gagesta tuttuja peliominaisuuksia myös muihin uusiin älypuhelimiinsa [Digitoday, 2005].

2.2. Peliteollisuus nykyään

Peliteollisuus on viime vuosina kasvanut erittäin merkittäväksi toimialaksi. Se on nykyään jopa suurempi kulttuuri- ja viihdeteollisuuden ala kuin elokuva- ja ääniteollisuus. Pelimarkkinoiden kokonaismyynti oli vuonna 2002 arviolta 25 miljardia euroa. Alustojensa perusteella pelimarkkinoita hallitsevat selvästi konsolipelit, mutta myös PC-pelejä myydään paljon. Kannettavien laitteiden pelien osuus markkinoista on vakiintunut kymmenen prosentin tuntumaan. [Eskelinen, 2005].

Uusien tietokone- ja konsolipelien tekemisen kustannukset nousevat usein korkeiksi. Keskimäärin pelien tuotantobudjetit ovat nykyään noin 5-10 miljoonaa euroa ja suurimpien pelien budjetit saattavat olla yli 14 miljoonaa euroa. Yksittäisten pelien kehittämiseen voi kulua lisäksi useampia vuosia ja sen tekemiseen voi osallistua 200 ihmistä. [Eskelinen, 2005].

Mobiilipelien kehittäminen on kuitenkin huomattavasti edullisempaa ja nopeampaa kuin perinteisten tietokone- ja konsolipelien. Erityisesti tämä pitää paikkansa kännyköillä pelattaviin Java-peleihin, jotka ovat pienempiä ja yksinkertaisempia kuin vaikkapa Nintendo DS:n ja Sony PSP:n pelit. Siksi monet pienemmät peliyritykset tekevätkin mielellään pelejä juuri kännyköille. [Eskelinen, 2005].

Kännykkäpeleihin on kohdistunut suuria odotuksia usean vuoden ajan, mutta toistaiseksi ne eivät ole toteutuneet odotetulla tavalla. [Eskelinen, 2005]. Kännykänkäyttäjien määrä on kuitenkin maailmalla jatkuvasti kasvussa, joten on hyvin todennäköistä että myös kännykkäpelaaminen yleistyy. Tosin vaikka kännykän käyttäjiä on paljon, eivät kaikki ole kiinnostuneita peleistä. Siksi pä kannattaa suunnitella myös satunnaisille pelaajille, jotka tietokoneellakin pelaavat lähinnä pasianssia [Järvinen, 2002b].

3. Mobiilipelit

Tietokone- ja konsolipelejä pelataan tyypillisesti jossain tietyssä paikassa, useimmiten kotona, kun taas mobiilipelejä voidaan pelata missä tahansa. Tämä onkin yksi suurimmista eroista mobiilipelien ja perinteisten pelien välillä. Mobiilipelien avulla kulutetaan useimmiten ylimääräistä aikaa ja yksittäiset pelikerrat voivat olla hyvin lyhyitä. Mobiilipelaamisen ajallinen kesto on usein haluttu nähdä tärkeäksi eroksi muihin peleihin verrattuna ja mobiilipelejä onkin kehitetty juuri lyhytkestoisuuden ehdoilla [Järvinen, 2002b].

Mobiili kännykkäpelaaminen on kasvanut rajusti viime vuosien aikana [Bendas and Myllyaho, 2002]. Yksi tärkeimmistä syistä on ollut uusien pelikäyttöön sopivien kännyköiden tulo markkinoille. Ensimmäiset pelit tulivat matkapuhelimiin 1990-luvun puolivälin jälkeen. Ne olivat valmiina puhelimesta eikä uusien pelien asentaminen ollut mahdollista. Kuitenkin esimerkiksi Nokian puhelimissa ollut matopeli saavutti suuren suosion.

SMS-pelit olivat myös suosittuja vanhemmilla puhelimilla. Ne olivat pelejä joita pelattiin tekstiviesteillä ja perustuivat siten pelkästään tekstiin. Myöhemmin markkinoille tuli myös WAP-pelejä. [Bendas and Myllyaho, 2002].

Nykyään lähes kaikki uudet kännykät ovat värinäytöllisiä ja tarpeeksi tehokkaita graafisten pelien pelaamiseen. Yleisimmin kännyköillä pelataan nykyään Java-pelejä, joita käyttäjien on mahdollista itse ladata ja asentaa suoraan verkon kautta kännykkään.

3.1. Pelikokemus

Vaikka pelit ja pelilaitteet vaihtelevat, on peleissä ennen kaikkea kyse audiovisuaalisuudesta ja pelien kyvystä vedota pelaajan aisteihin [Parikka, 2003]. Visuaalisuudella onkin suuri merkitys peleissä ja siksi tietokoneiden ja konsolien grafiikkaominaisuuksia kehitetään jatkuvasti. Nykyään on mahdollista luoda graafisesti hyvin todentuntuisia 3D-pelimaailmoja ja sama pätee myös ääniin. [Parikka, 2003].

Kännykät ja käsikonsolit poikkeavat perinteisistä pelikoneista niin näyttönsä, ääniominaisuuksiensa kuin myös käyttöliittymiensä osalta, eivätkä mobiilipelit pysty kilpailemaan perinteisiä konsoli- ja tietokonepelejä vastaan samanlaisella audiovisuaalisuudella. Esimerkiksi mobiililaitteiden pieni näyttö ei pysty koskaan tarjoamaan samanlaista visuaalisuutta kuin pelikonsoliin liitetty iso televisioruutu. Pelaajan tulisi kuitenkin kokea tempautuvansa myös mobiilipeliin mukaan, jotta se jaksaisi kiinnostaa [Parikka, 2003].

Pelaaja uppoutuu peliin useimmiten niin näkö-, kuulo- kuin tuntoaistinkin avulla. Tavallisesti pelejä on totuttu pelaamaan omassa kodissa tai muussa pelaamiseen tarkoitettussa paikassa, jossa peliin keskittyminen on helppoa ja ulkopuoliset ärsykkeet on rajattu pois [Parikka, 2003]. Mobiilipelejä voi

kuitenkin pelata milloin vain ylimääräistä aikaa pelaamiseen on. Pelaaminen voi tapahtua ruuhkabussissa tai keskellä meluisaa kaupunkia.

Mobiilipeli joutuu siis taistelemaan myös ulkopuolisia ärsykeitä vastaan. Mobiilipelien suunnitteluun onkin kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta pelaaja saisi mahdollisimman hyvän pelikokemuksen myös kannettavilla laitteilla, joiden käyttöympäristö ja ominaisuudet eivät ole parhaita hyvän pelielämyksen saavuttamiseksi. [Parikka, 2003].

3.2. Mobiililaitteiden ongelmia

Käsikonsolien ensisijainen käyttötarkoitus on pelien pelaaminen, joten pelaaminen on myös näiden laitteiden suunnittelussa otettu huomioon tärkeimpänä asiana. Kännyköitä käytetään kuitenkin edelleen yleensä puhumiseen, joten niiden suunnittelussa ei pelaaminen ole ollut keskeinen asia. Tämä näkyy selvästi jo laitteiden ulkomuodosta.

Kännykät eivät useinkaan fyysisesti sovellu pelaamiseen kovin hyvin. Useimmissa malleissa näyttö on edelleen yläosassa ja näppäimistö alaosassa. Näppäimet ovat lisäksi usein liian pieniä eikä varsinaisia pelaamiseen tarkoitettuja näppäimiä ole ollenkaan. Joissakin malleissa tosin on pieni joystick-ohjain, joka helpottaa pelaamista. Varsinaisissa käsikonsoleissa sen sijaan on laitteen muotoilussa otettu pelaaminen huomioon erinomaisesti. [Mutta, 2005; Järvinen, 2002b].

Koska kännyköissä pelaaminen ei ole pääasia, on jo pelin käynnistäminen ja pelaamisen aloittaminen hankalampaa kuin käsikonsoleilla. Kännyköissä on paljon peleihin liittymättömiä toimintoja, mutta toisaalta myös käsikonsoleihin on tulossa uusia ominaisuuksia. Sony'n PSP:llä on esimerkiksi mahdollista katsella elokuvia ja kuunnella MP3-musiikkia [Puha, 2005]. Samalla kännyköiden puheominaisuuden merkitys on vähentymässä ja niistä on tulossa yhä monipuolisempia kommunikointityökaluja ja pieniä viihdekeskuksia [Suominen, 2003]. Monissa Nokian kännykkämalleissa on jo nyt kamera, MP3-soitin ja radio. Uusiin älypuhelinmalleihin on tulossa N-Gagesta tuttuja peliominaisuuksia ja myös mobiili-TV tekee tuloaan kännyköihin [Digitoday, 2005; Finnishmobiletv, 2005].

3.2.1. Näyttö

Nykyään lähes jokaisessa uudessa kännykässä on värinäyttö eikä mustavalkonäyttöjä ole enää kuin lähinnä halvimmissa perusmalleissa. Värinäytöt ovat lisäksi nykyään useasti laadukkaita aktiivimatriisinäyttöjä, joten ne soveltuvat erittäin hyvin pelikäyttöön. Näytön osalta ongelmana onkin vain sen koko. [Parikka, 2003].

Monissa uusissa kännyköissä näyttö on melko pieni peleille. Esimerkiksi useassa Nokian uudessa kännykkämallissa näyttö on vain 128 x 128 pikselin kokoinen. Suurempiakin näyttöjä on, mutta ne ovat usein pystymallisia. Näin on esimerkiksi N-Gagessa. Tämä vaikeuttaa pelien siirtämistä tietokoneelta kännykälle ja tekee joidenkin pelien pelaamisen hankalaksi [Honkonen, 2003]. Käsikonsoleissa näyttö on peleille paremmin sopiva. Esimerkiksi Sonyn uudessa PSP-käsikonsolissa on suuri 480 x 272 pikselin kokoinen laajakuvanäyttö [Puha, 2005]. Nintendo DS:ssä taas on kaksi erillistä näyttöä, joista toinen on kosketusnäyttö. [Mutta, 2005].

3.2.2. Suorituskyky

Suorituskyky ei ole ollut kovin merkittävä asia kännyköiden markkinoinnissa. Sillä ei ole ollut käyttäjille merkitystä, koska kaikki kännykän ominaisuudet olivat valmiina puhelimessa ja ne toimivat tarpeeksi hyvin [Amaro, 2003]. Pöytäkoneita, etenkin tietokoneita, on toisaalta markkinoitu usein nimenomaan prosessorin nopeuden ja muistin määrän perusteella. Samoin uusien käsikonsolien kohdalla korostetaan usein suorituskykyä.

Uusissa puhelimissa on usein paljon suorituskykyä vaativia toimintoja. Tällaisia ovat esimerkiksi kamera ja MP3-soitin. Nykyään kännyköihin on lisäksi mahdollista asentaa omia pelejä ja muita sovelluksia. Etenkin monimutkaista grafiikkaa sisältävät pelit vaativat runsaasti suorituskykyä.

Jos laitteen suorituskyky ei riitä pelille, ei pelaaminen ole sujuvaa. Pelin hahmot reagoivat pelaajan näppäinpainalluksiin viiveellä ja peli tuntuu hitaalta. Mobiilipelit ovat olleet tähän asti useimmiten 2D-pelejä, kun taas 3D-pelejä on ollut lähinnä tietokoneissa ja pöytäkonsoleissa. Tilanne on kuitenkin muuttumassa nyt kun 3D-pelit ovat tulossa myös kannettaville laitteille. Esimerkiksi Nintendo DS:n pääprosessori on lähes Nintendo 64:n tasoinen, joten laite pystyy piirtämään myös 3D-grafiikkaa sulavasti [Mutta, 2005].

3.2.3. Muita ongelmia

Laadukas, suuri ja kirkas näyttö sekä hyvä suoritinteho aiheuttavat kuitenkin ongelmia mobiililaitteissa. Pelien pelaaminen on mukavaa, jos käytössä on suuri näyttö, mutta toisaalta iso näyttö kasvattaa laitteen kokoa, jolloin sitä ei ole helppo pitää mukana. Kannettavien laitteiden akut eivät myöskään kestä pitkiä aikoja, mikä rajoittaa huomattavasti niiden käyttöä oikeasti mobiileina laitteina.

Kännyköissä on lähes poikkeuksetta mahdollisuus Java-pelien pelaamiseen. Javan on tarkoitus olla laitteistoriippumattomia, mutta käytännössä näin ei kuitenkaan ole. Kännykät ovat edelleen hyvin erilaisia keskenään jo näytön koon osalta, että monista peleistä on helppoa tehdä kokonaan eri versiot eri

kännykkämalleille. Viime aikoina uusissa kännyköissä on tosin yleistynyt MIDP 2.0 -tuki, joka tuo Javaan esimerkiksi monia peleissä tarvittavia ominaisuuksia. Tämä tekee Java-pelien ohjelmoinnin helpommaksi ja entistäkin laitteistoriippumattommaksi. [Burge and Williams, 2004].

4. Mobiilipelien uudet mahdollisuudet

Yksinkertaisimmillaan kännyköissä tai käsikonsoleissa pelattava mobiilipeli on suoraan tietokoneelta tai konsolilta siirretty peli. Tämä on usein hieman ongelmallista, sillä mobiililaitteet ominaisuudet poikkeavat pöytälaitteiden vastaavista. Kaikkia tietokoneella pelattavia pelejä ei yksinkertaisesti ole järkevää ainakaan sellaisenaan siirtää mobiililaitteille esimerkiksi näytön koon vuoksi. Tällaiset pelit eivät myöskään hyödynnä kaikkia mobiililaitteiden tarjoamia mahdollisuuksia.

4.1. Verkkopelit

Mobiililaitteita on helppo kuljettaa mukana ja siksi myös mobiilipelien pelaaminen onnistuu lähes missä tahansa milloin vain. Yksittäiset pelikerrat voivat olla lyhytaikaisia, mutta toisaalta mobiilipelejä voi pelata useammin. Tämä voi sopia hyvin vuoropohjaisille moninpeleille, joita pelataan verkossa toisten pelaajien kanssa [Järvinen, 2002b].

Verkkopelaaminen onkin yksi käsikonsolien ja etenkin kännyköiden tarjoama mielenkiintoinen mahdollisuus peleille. Myös tietokoneilla ja tavallisilla konsoleilla on toki mahdollista pelata verkkopelejä ja ne ovatkin hyvin suosittuja nykyään [Eskelinen, 2005]. Verkkopelaaminen oli pitkään nimenomaan tietokonepelien etu. Järvisen mukaan moninpelaaminen sopii kuitenkin erityisen hyvin juuri kännyköille, koska ne jo muutenkin tarjoavat langattoman keinon ihmisten väliseen vuorovaikutukseen [Järvinen, 2002b].

Verkkopelaaminen mobiililaitteiden kanssa voidaan toteuttaa usealla tavalla. Jos pelaajat ovat fyysisesti lähellä toisiaan, voidaan laitteet yhdistää vaikkapa Bluetooth- tai infrapunayhteyden avulla suoraan toisiinsa [Bendas and Myllyaho, 2002]. Esimerkiksi Nintendon uusi käsikonsoli DS tukee langatonta verkkopelaamista sisäänrakennetulla Wifi-yhteydellä. Verkko tukee maksimissaan 16:ta käyttäjää, jotka ovat 10-30 metrin etäisyydellä toisistaan. [Mutta, 2005].

Kännykkäpelit pystyvät hyödyntämään moninpeleissä matkapuhelinverkkoa esimerkiksi GPRS:n avulla. Tällöin pelaajat eivät ota suoraan yhteyttä toistensa puhelimiin vaan pelaaminen tapahtuu pelipalvelinta käyttäen. Pelaajien ei siis tarvitse olla lähellä toisiaan ja moninpeli onnistuu missä tahansa matkapuhelinverkon alueella. [Eskelinen, 2005].

4.2. Java-pelit

Kännyköissä yleistyneet Java-pelit tuovat uusia mahdollisuuksia myös pelien myynnille. Kun tavallisesti pelit on ostettu kaupasta tai ladattu Internetistä, voidaan kännyköiden Java-pelit ostaa ja ladata suoraan verkosta omaan puhelimeen. [Moreau et al., 2004].

Java-pelejä mainostetaan nykyään usein lehdissä ja televisiossa ja kännykän käyttäjä voikin helposti tilata haluamansa pelin. Pelien hinta on useimmiten melko alhainen ja peli on valmis pelattavaksi lähes saman tien. Koska pelin hankkiminen on tehty helpoksi, on kynnys Java-pelin ostamisen huomattavasti matalampi verrattuna tietokone- ja konsolipelein ostamiseen. Kännykkäpelaaja voikin ostaa uuden pelin ajankuluksi koska vain.

4.3. Kokonaisvaltaista pelaamista

Mobiilipelit voivat aidosti hyödyntää mobiiliuttaan, olemalla tietoisia ympäristöstään ja hyödyntämällä sitä. Esimerkiksi kännyköiden sijainti on mahdollista selvittää GSM-solupaikannusta hyväksi käyttäen, mikä etenkin kaupungeissa antaa melko hyvän tiedon kännykän sijainnista. Kännyköissä ja käsikonsoleissa voidaan hyödyntää myös GPS-paikannusta, joka antaa vieläkin tarkemman sijaintitiedon. [Järvinen, 2002b]. Pelit voivat hyödyntää myös vaikkapa ympäristön sääoloja, kuten on tehty Samurai Romanesque -pelissä [Järvinen, 2002b]. Kamerakännyköiden avulla voidaan luoda pelejä, jotka perustuvat kuvien ottamiseen ympäristöstä

Matkapuhelinoperaattori DNA Finland toi vuoden 2001 lopulla Suomeen ruotsalaisen It's Aliven kehittämän Botfighters-mobiilipelin [DNA, 2001]. Peli perustui ajatukseen kokonaisvaltaisesta pelaamisesta, jolloin peli on koko ajan läsnä ja tulee osaksi todellista maailmaa [Parikka, 2003]. Peli hyödynsi GSM-solupaikannusta selvittämään pelaajien fyysisen sijainnin. Peliä ei siis ollut tarkoitettu pelattavaksi pelkästään omassa kodissa. [DNA, 2001].

Pelissä pelaajat olivat taistelurobotteja, jotka taistelivat toisiaan vastaan. Peliä pelattiin tekstiviestejä lähettämällä. Pelaaja pystyi etsimään toisia robotteja lähettämällä "etsi"-tekstiviestin. Vastaukseksi pelaaja sai viestin, jossa kerrottiin kuinka monen metrin etäisyydellä toinen robotti oli. Lähettämällä "ammu"-tekstiviestin, pelaaja pystyi ampumaan vihollisrobottia. Mitä lähempänä vastapelaaja oli fyysisesti, sitä todennäköisemmin pelaajan robotti siihen osui. [Järvinen, 2002b].

Suurta suosiota Botfighters ei kuitenkaan saavuttanut [Parikka, 2003]. Yksityy oli varmasti kömpelö, tekstiviesteihin perustuva käyttöliittymä. Pelistä onkin kehitetty uusi versio, joka käyttää hyödykseen uusien kännyköiden ominaisuuksia. Peli on toteutettu Javalla ja siinä verkkopelaaminen on toteutettu GPRS- tai 3G-yhteyden avulla. Näin peliin on saatu graafinen ja

helppokäyttöinen käyttöliittymä, joka antaa mukavamman pelielämyksen. [Botfighters].

5. Yhteenveto

Ensimmäiset digitaaliset pelilaitteet tulivat koteihin 1970-luvulla. Niiden pelit olivat hyvin yksinkertaisia ja kolmen vuosikymmenen kuluessa pelit ja pelilaitteet ovatkin kehittyneet huimasti. Peliteollisuus on samalla kasvanut erittäin merkittäväksi toimialaksi.

Perinteisten tietokone- ja konsolipelien rinnalle on myös tullut kannettavia pelilaitteita. Nintendon Gameboy hallitsi mobiilipelimarkkinoita 1990-luvulla ja vuonna 2004 tulivat uudet käsikonsolit, Nintendon DS ja Sonyn PSP, markkinoille. Näiden lisäksi myös kännykät tarjoavat nykyään mahdollisuuden mobiilipelaamiseen.

Käsikonsolien ja kännyköiden suorituskyky ja pieni näyttö voi kuitenkin aiheuttaa ongelmia pelikäytössä. Vaikka laitteet ovat kehittyneet nopeasti, eivät ne edelleenkään pysty kilpailemaan tietokoneiden ja konsolien kanssa samanlaisella audiovisuaalisuudella. Mobiilipelien suunnitteluun tuleekin kiinnittää paljon huomiota, jotta pelikokemus olisi laitteiden puutteista huolimatta mahdollisimman miellyttävä.

Kannettavien laitteiden liikuteltavuus ja ominaisuudet mahdollistavat tosin myös kokonaan uudenlaisten pelien kehittämisen. On siis perusteltua odottaa mobiilipelien suosion kasvavan myös tulevaisuudessa.

Viiteluettelo

- [Amaro, 2003] Pedro Amaro, *Mobile Benchmarking: Methods and Importance*.
<http://www.midlet-review.com/index?content=articles&id=11>
(23.2.2005).
- [Bendas and Myllyaho, 2002] Dan Bendas and Mauri Myllyaho, Wireless games - review and experiment. In: *PROFES 2002*.
- [Botfighters] *Botfighters Help*.
<http://www.botfighters.com/botfighters2/help.jsp?pageId=600>
(10.6.2005).
- [Burge and Williams, 2004] Mark Burge and Christopher Williams, MIDP 2.0 changing the face of J2ME gaming. In: *ACMSE'04*.
- [Digitoday, 2005] Marko Mannila, *Nokia tuo verkkopelaamisen älypuheliiniinsa*.
http://www.digitoday.fi/showPage.php?page_id=12&news_id=44263
(10.6.2005).
- [DNA, 2001] *DNA to introduce Finland's first mobile game utilizing GSM location*.
http://www.dnafinland.fi/ccm/tiedotteet2_en.jsp?pid=48 (10.6.2005).

- [Eskelinen, 2005] Markku Eskelinen, Pelit ja pelitutkimus luovassa taloudessa. Sitran raportteja 51.
- [Finnishmobiletv, 2005] *Mobiili-to -pilotti käynnistyy Suomessa*.
<http://www.finnishmobiletv.com/default.aspx?f=25&l=1> (10.6.2005).
- [Haddon, 2002] Leslie Haddon, Elektronisten pelien oppivuodet. In: Erkki Huhtamo and Sonja Kangas (eds.), *Mariosofia. Elektronisten pelien kulttuuri*. Gaudeamus, Helsinki 2002.
- [Honkonen, 2003] Janos Honkonen, Pelikonsolipuhelin. *Mikrobitti*. **11** (2003), 44-46.
- [Huhtamo and Kangas, 2002] Erkki Huhtamo and Sonja Kangas, Vaarallisia leluja? In: Erkki Huhtamo and Sonja Kangas (eds.), *Mariosofia. Elektronisten pelien kulttuuri*. Gaudeamus, Helsinki 2002.
- [Järvinen, 2002a] Aki Järvinen, Kolmiulotteisuuden aika. Audiovisuaalinen kulttuurimuoto vuosina 1992-2002. In: Erkki Huhtamo and Sonja Kangas (eds.), *Mariosofia. Elektronisten pelien kulttuuri*. Gaudeamus, Helsinki 2002.
- [Järvinen, 2002b] Aki Järvinen, *Milloin pelistä tulee mobiili?*
<http://www.mcult.net/mediumi/article.html?id=29> (23.2.2005).
- [Moreau et al., 2004] A. Moreau, J. C. Sanchez and H. Niu, *Mobile Gaming: Excitement on the Move*.
http://www.alcatel.com/doctypes/articlepaperlibrary/html/ATR2003Q4/ATR2003Q4A10_EN.jhtml (23.2.2005).
- [Mutta, 2005] Antti Mutta, Nintendo DS. *Pelaaja*. **1** (2005), 36-37.
- [Parikka, 2003] Jussi Parikka, *Liike, paikka, havainto - mobiili kuvaruutu ja pelaamisen uudet ulottuvuudet*. http://www.film-o-holic.com/widerscreen/2003/2-3/mobiili_kuvaruutu_ja_pelaamisen_ulottuvuudet.htm (23.2.2005).
- [Puha, 2005] Thomas Puha, PSP. *Pelaaja*. **1** (2005), 34-35.
- [Suominen, 2003] Jaakko Suominen, *Liikkeelle vai liikkeestä pois?*
http://www.film-o-holic.com/widerscreen/2003/2-3/liikkeelle_vai_liikkeesta_pois_mobiilipeleja_luokittelimassa.htm
 (8.6.2005).

Opetukselliset käyttöliittymäagentit

Hannamari Saarenpää

Tiivistelmä.

Opetuksellisia käyttöliittymäagentteja käytetään jo jonkin verran opetuksen apuna. Niiden avulla voi käyttäjä saada ohjausta ja neuvoja, vaikkei opettajaa olisikaan lähettyvillä. Tämä tutkimus käsittelee opetuksellisia käyttöliittymäagentteja ja niiden ominaisuuksia. Tätä aihetta tutkin jo olemassa olevan tietämyksen ja tutkimustulosten avulla. Tarkasteluni osoittaa, että opetuksellisilla käyttöliittymäagenteilla voidaan todella saavuttaa sellaista lisäarvoa opetukseen, joka muulla tavalla olisi mahdotonta. Tämä tekee niistä erittäin hyödyllisiä tutkimuskohteita. Agenttien ominaisuuksien vaikutuksia käyttäjien kokemuksiin ja mieltymyksiin on jo jonkin verran tutkittu, ja näitä tutkimuksia esittelen myös tässä työssäni. Tutkimuksessani tulee esiin myös se seikka, että vaikka opetuksellisten agenttien tutkimus ja tietämys on jo melko pitkällä, kuitenkin käytännön sovelluksia on vielä toistaiseksi käytössä melko vähän.

Avainsanat ja -sanonnat: Älykkäät tutorit, opetukselliset agentit, ihminen-tietokone vuorovaikutus

CR-luokat: I.2.6 ja K.3.1

1. Johdanto

Tässä tutkielmassa esittelen opetuksellisia käyttöliittymäagentteja; niiden ominaisuuksia sekä hyötyjä ja haittoja opetukselle. Lopuksi esittelen tarkemmin kaksi erilaista opetuksellista agenttia. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää olemassa olevien tutkimusten valossa opetuksellisten käyttöliittymäagenttien hyödyllisyyttä oppimiseen.

Työssäni käytän usein opetuksellisia käyttöliittymäagentteja tarkoittaessani termiä agentti tai käyttöliittymäagentti. Tämä on syytä pitää mielessä, koska eri sanoilla voidaan muissa yhteyksissä tarkoittaa eri asioita. Tämä johtuu siitä,

että agentteja on olemassa hyvin erityyppisiä, joista opetukselliset agentit ovat vain yksi ryhmä.

2. Taustaa

Käyttöliittymäagentteja on tutkittu jo melko kauan. Niiden tärkein tehtävä on auttaa käyttäjää erilaisissa ongelmissa, joita hän kohtaa käyttöliittymää käytettäessä. Abusharin ja Hiratan [1998] määritelmän mukaan agentit ovat itsenäisiä tietokoneohjelmia, missä niiden ympäristö vaikuttaa dynaamisesti niiden käyttäytymiseen ja ongelmanratkaisustrategioihin. Slaterin [2000] mukaan taas ne ovat tietokonehahmoja, joilla on keinotekoisia älyä (artificial intelligence, AI).

Agenttien tulisi toimia ennakkoiden, eli reagoida jo ennen kuin käyttäjä on itse asiassa tehnyt mitään virhettä. Muutenkin agentin ensisijainen tehtävä on pikemmin neuvoa helpompia keinoja toteuttaa erilaisia asioita ja antaa vihjeitä käyttöliittymän käytöstä ja ominaisuuksista, kuin korjata käyttäjän tekemiä virheitä.

Agenttien ominaisuuksia ja ulkoasua voidaan muuttaa, mikä on niiden yksi etu. Nykyään tarjolla on erillisiä ohjelmia, joiden avulla agenttien tekeminen on helppoa. Kuitenkin näillä käyttöliittymäagenteilla on useita huonojakin puolia, joista suurin on se, että monet ihmiset eivät pidä niistä ja kokevat ne ärsyttävänä. Usein myös koetaan, että nämä käyttöliittymäagentit eivät ymmärrä käyttäjää ja ohjaavat väärissä asioissa. Tähän ongelmaan voidaan etsiä ratkaisua parantamalla agenttien taustalla toimivaa ohjelmaa, mutta myös niiden ulkonäköä.

Opetuskäyttöön käyttöliittymäagenteilla vaikuttaisi olevan monia hyödyllisiä ominaisuuksia. Näitä ovat ainakin agenttien itsenäisyys, vuorovaikutuskyky, mukautuvuus ja aloitteellisuus [Hietala ja Niemirepo, 1997]. Mutta koska opetukselliset käyttöliittymäagentit ovat vielä melko uusi asia, ei ole vielä täysin selvillä, mitkä käyttöliittymäagenttien ominaisuudet todella ovat opetuksen kannalta hyödyllisiä [Baylor and Ebberts, 2003].

Ihmisten kommunikaatio ei ole pelkästään sanoja. Jopa sanoja suurempi merkitys on ns. kehollisilla viesteillä eli puheen nopeus ja sävy, ilmeet, tauot jne. Näiden tuominen myös tietokoneen ja ihmisen vuorovaikutukseen voisi parhaimmassa tapauksessa helpottaa koneiden käyttöä sekä käyttäjäytyvyäisyyttä. Eleiden ja kasvonilmeiden tuominen käyttöliittymäagentteihin tekee hahmot elämänläheisemmiksi ja sen vuoksi uskottavimmiksi.

3. Opetukselliset käyttöliittymäagentit

Käyttöliittymäagenteilla vaikuttaisi olevan kiistattomia hyötyjä, joita voidaan soveltaa opetuskäyttöön. Kuitenkin toistaiseksi on vielä paljon teknisiä vaikeuksia, jotka hidastavat agenttien yleistymistä. Yksi näistä ongelmista aiheutuu vaatimuksesta, että agentin tulee olla tarpeeksi luotettava myös poikkeustilanteissa [Cassell et al., 2000]. Kuitenkin opetukselliset käyttöliittymäagentit tulevat varmasti tulevaisuudessa lisääntymään niiden ylivertaisten ominaisuuksien vuoksi.

Opetukselliset käyttöliittymäagentit ovat yksi älykkäiden agenttien ryhmistä. Abushar ja Hirata [1998] ovat esittelevät tutkielmassaan jaon, jossa älykkäät agentit jaetaan viiteen ryhmään niiden tehtävien perusteella.

1. Tarkkailija agentit
2. Oppivat agentit: Räätelöityvät käyttäjän tarpeisiin, oppimalla käyttäjän menneestä käyttäytymisestä.
3. Ostavat agentit: Vertailevat tietyn tuotteen hintoja.
4. Informaation etsintää auttavat agentit
5. Auttavat agentit: Suorittavat tehtäviä itsenäisesti, ilman ihmistä.

Tässä jaottelussa opetukselliset käyttöliittymäagentit kuuluvat ryhmään viisi. Tämä jaottelu ei kuitenkaan ole ehdoton. On olemassa myös agentteja, joilla on useampi yhtäaikainen tehtävä. Sen vuoksi opetuksellinen käyttöliittymäagentti voi auttavan agentin lisäksi olla myös esimerkiksi oppiva agentti.

Slaterin [2000] mukaan opetuksellinen käyttöliittymäagentti pystyy:

- sopeutumaan käyttäjän toimintoihin,
- motivoimaan käyttäjää kysymyksillä, palautteen antamisella ja rohkaisemalla,
- sitouttamaan käyttäjää ohjelmaan mm. persoonansa avulla,
- tarjoamaan kaikkein tuoreinta tietoa, kun sitä päivitetään tarpeeksi usein.

Näistä opetukselle tärkein ominaisuus on agenttien kyky kommunikoida käyttäjien sekä muiden käyttöliittymäagenttien kanssa [Hietala and Niemirepo, 1998].

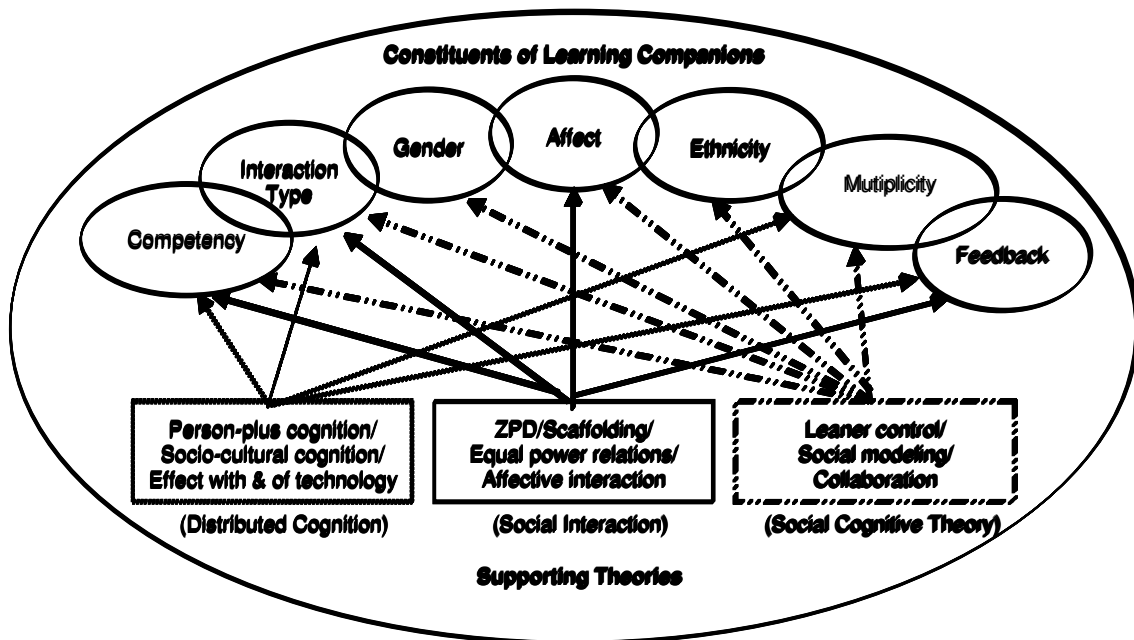
Opetuksellinen käyttöliittymäagentti toimii yleensä oppilaan ohjaajana, tutorina. Kuitenkin agenteja käytettäessä on oltava varovainen, ettei agentti auta oppilasta liikaa. Hietala ja Niemirepo [1997] sanovatkin, että agentti ei saisi tehdä tarpeettomaksi oppilaan omaa aktiivista tiedon prosessointia.

Usein tavoitteena on, että agentti pystyisi neuvomaan käyttäjää aina ongelmatilanteissa. Kuitenkaan tällaista vaatimusta ja tavoitetta ei välttämättä ole realistisesti mahdollista saavuttaa. Tällainen tavoite ei välttämättä ole myöskään oleellinen agentin opetustehokkuuden suhteen, vaan tärkeämpiä ovat muut ominaisuudet kuin mahdollisimman laaja tietämys asioista. Hietala ja Niemirepo [1998] ovat esitelleet tutkielmassaan mahdollisia agenttien rooleja oppimistilanteessa. Roolina voi olla joku seuraavista: kanssaoppija, oppimiskumppani tai opetettava. Ensimmäisessä vaihtoehdossa sekä agentilla että oppijalla on suurin piirtein sama tietämys opittavasta asiasta, ja he yhdessä opettelevat sitä. Toinen vaihtoehto on muuten sama, mutta siinä mukana on myös opettaja-agentti, joka ohjaa molempia, sekä agenttia että itse oppijaa. Viimeisessä vaihtoehdossa agentti toimii opettavana, eli sen lähtötaso opetettavasta asiasta on oppilasta alhaisempi. Oppilas saa sitten yrittää opettaa asiaa agentille ja samalla oppii itsekin.

Opetuksellisen agentin suunnitteleminen ja tekeminen on erittäin vaativaa. Yksi syy tähän on se, että niiden tulee pystyä toimimaan hyvin erilaisissa ja ennalta-arvaamattomissa tilanteissa. Oppilaat poikkeavat myös

hyvin paljon toisistaan niin tietojensa kuin käyttäytymisensäkin perusteella. [Shaw et al., 1999]

Kuvassa 1 on esitetty oppimiskumppanin eri osa-alueet. Agentin ominaisuuksia ovat muun muassa vuorovaikutustyyli, sukupuoli ja sen antama palaute. Alla on esitetty kolme eri agenttia tukevaa teoriaa, joiden perusteella agentin ominaisuudet on valittu. Näitä teorioita ovat jaetun huomion, sosiaalisen kanssakäymisen ja sosiaalisen havaitsemisen teorit.



Kuva 1. Oppimiskumppanina toimivan agentin eri osa-alueet [Kim and Baylor].

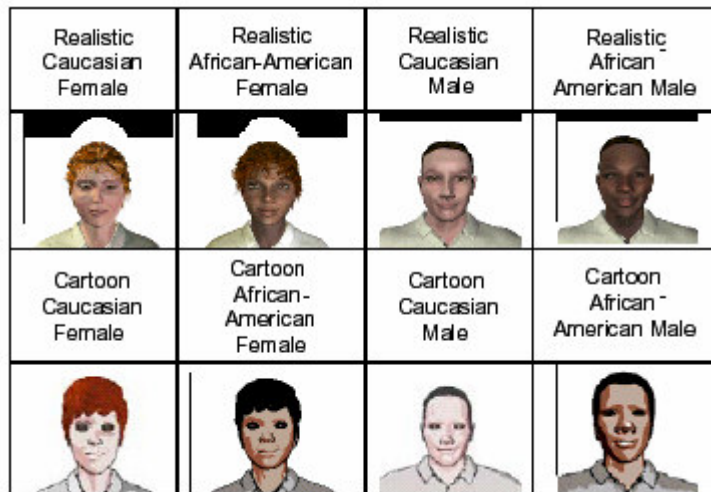
3.1. Millainen tehokkaan agentin tulisi olla?

Suunniteltaessa käyttäjän kanssa kommunikoivaa agenttia, tulee ottaa useita asioita huomioon. Agentin suunnittelu ei ole ainoastaan teknistä, vaan se on hyvin monimutkainen yhdistelmä psykologiaa, kielitieteitä sekä tekniikkaa. Erityisen tärkeitä ominaisuuksia agentille ovat uskottava tilanteessa mukana oleminen ja emotionaalisuus. [Cassell et al., 2000]

Amy Baylor [2005] on artikkelissaan käynyt läpi kuusi erilaista tutkimusta, joilla tutkittiin agenttien ominaisuuksia. Tutkimuksissa käytettiin hyvin erilaisia agenteja ja sen tarkoituksena oli selvittää, mitkä agentin ominaisuudet vaikuttavat oppimiseen. Seuraavaksi käyn läpi lyhyesti näiden testien tulokset.

Kahdessa ensimmäisessä tutkimuksessa käytetyt agentit poikkesivat toisistaan olemuksen, värin, etnisen taustan ja sukupuolen mukaan. Kuvassa 2 esitellään näissä tutkimuksissa käytetyt agentit. Agentit olivat ulkoista olemustaan lukuun ottamatta lähes samanlaisia.

Ensimmäiseen tutkimukseen osallistui 183 oppilasta, joista 54 % oli valkoihoisia, 37 % afrikanamerikkalaisia ja 9 % muita. Kaikki osallistujat saivat valita kuvassa 2 olevista agenteista haluamansa. Heitä myös pyydettiin perustelevaan valintansa. Tässä tutkimuksessa kävi ilmi, että useat oppilaat valitsivat agentin, jonka etninen tausta oli käyttäjän kanssa sama. Toinen tilastollisesti merkittävä havainto oli se, että tytöt valitsivat poikia useammin sarjakuvamaisemman hahmon.











Kuva 2. Agentit, jotka eroavat toisistaan totuudenmukaisuuden, sukupuolen ja etnisen taustan perusteella [Baylor, 2005].

Toisessa tutkimuksessa testihenkilöille, joita olivat 312 opettajaa, määrättiin satunnaisesti käytettävä agentti. Tämän tutkimuksen tärkein havainto oli se, että miespuolisia agenteja arvostettiin naispuolisia korkeammalle. Tämä ero ei ollut kovin suuri, mutta silti se on mielenkiintoinen, koska voisi kuvitella, ettei sukupuolella olisi vaikutusta agentin arvostukseen.

Baylorin kolmannessa tutkimuksessa oli agenteille laitettu eri roolit. Mukana oli siis niin eksperttejä kuin motivoijiaakin. Nämä eri agentit näkyvät kuvassa 3. Tähän tutkimukseen koehenkilöinä osallistui 154 oppilasta, joista jokaiselle satunnaisesti valittiin agentit. Näiden agenttien avulla heidän tuli

oppia, miten suunnitellaan ohjeistus e-oppimiseen. Tässä tutkimuksessa kävi ilmi, että motivoijista miespuoliset arvioitiin merkittävästi älykkäämmiksi, tietävämmiksi ja taitavammiksi kuin naispuoleiset. Etniseltä taustaltaan afrikanamerikkalaisia motivoija-agentteja pidettiin valkoihoisia miellyttävämpinä, innokkaampina sekä motivoivampina.

Experts		Motivators	
Caucasian Female (ExCF)	African-American Female (ExAF)	Caucasian Female (ExCF)	African-American Female (ExAF)
			
Caucasian Male (ExCM)	African-American Male (ExAM)	Caucasian Male (MoCM)	African-American Male (MoAM)
			

Kuva 3. Eri rooleissa toimivia agentteja, jotka eroavat etnisyyden ja sukupuolen mukaan toisistaan [Baylor, 2005].

Ekspertti-agentteista naispuolisten kanssa työskennelleet kokivat suurempaa itsetyytyväisyyttä kuin miespuolisen kanssa työskennelleet. Toinen tutkimuksessa selvinnyt seikka oli se, että valkoihoisen ekspertin kanssa työskennelleet oppivat vähemmän kuin afrikanamerikkalaisen agentin kanssa työskennelleet.

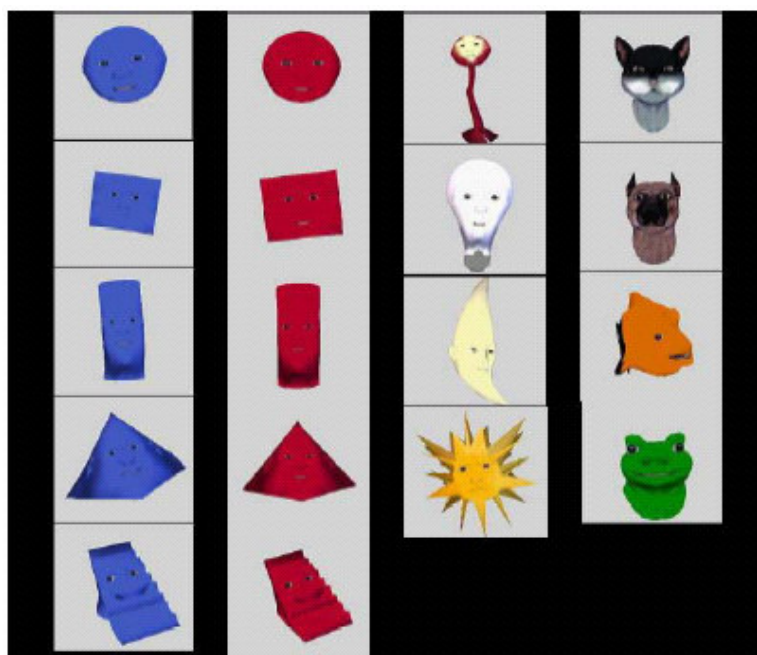
Neljännessä tutkimuksessa 124 naispuolista opettajaa työskentelivät kahden erilaisen agentin kanssa, jotka olivat suunniteltu luomaan positiivisia uskomuksia insinööreistä. Toinen oli stereotypian kaltainen insinööri ("Geek") ja toinen päinvastainen ("Nina", kts. kuva 4).



Kuva 4. Kaksi insinööri-agenttia (ihmisten stereotyyppien vastainen, "Nina", ja sen mukainen, "Geek") [Baylor, 2005].

Tässä Baylorin neljännessä tutkimuksessa selvisi, että "Ninan" kanssa työskennelleet uskoivat toista ryhmää enemmän, että he voisivat olla menestyksekkäitä insinöörejä ja että he olisivat tarpeeksi älykkäitä toimiakseen insinöörinä. "Ninan" kanssa työskentely vaikutti myös positiivisesti heidän ennakkokäsityksiin insinööreistä ja he olivat innokkaita oppimaan enemmän. Positiivisista vaikutuksista huolimatta "Ninaa" ei kuitenkaan pidetty niin kyvykkäänä insinöörinä kuin "Geekia". Mielenkiintoista oli myös se, että "Geekin" kanssa työskennelleet yrittivät toista ryhmää enemmän vakuuttaa oppilaitaan insinööriuralle. Kuitenkaan he eivät itse olleet siitä kiinnostuneita.

Kahdessa viimeisessä tutkimuksessa tutkittiin agentteja, jotka eivät olleet ollenkaan ihmisen kaltaisia. Molemmissa näissä tutkimuksissa käytettiin samoja agentteja, jotka on esitelty kuvassa 5.



Kuva 5. Agenteja, jotka eivät muistuta ihmisiä [Baylor, 2005].

Viidennessä tutkimuksessa tutkittiin, millaisia mielleyhtymiä testihenkilöt agenteista saavat. Testihenkilöinä toimi 136 yliopisto-opiskelijaa, joille kaikille esiteltiin yhdeksän agenttia, joista heidän tuli sanoa, mikä se heidän mielestään on. Sen jälkeen heidän tuli vielä listata sanoja, jotka tulevat agentin kuvasta mieleen. Tutkimus osoitti, että testihenkilöt suhtautuivat varsin positiivisesti persoonattomiin agentteihin. Mielenkiintoista tutkimuksessa oli myös se, että testihenkilöt käyttivät myös näistä sanoja, jotka kuvaavat ihmisten emootioita. Näin oli erityisesti yksinkertaisimpien agenttihahmojen kohdalla. Koira- ja kissa-agentit taas yhdistettiin henkilökohtaiseen elämään sekä ihmisen ja eläimen suhteeseen.

Viimeisessä tutkimuksessa nämä kuvassa 5 olevat agentit jaettiin kolmeen ryhmään niiden realistisuuden, värin ja monimutkaisuuden mukaan. Tässä tutkimuksessa 191 oppilaalle satunnaisesti valittiin yksi agentti. Ulkoista olemusta lukuun ottamatta agentit olivat samanlaisia. Tämän tutkimuksen tärkein tulos oli se, että realistisia agenteja pidettiin ohjaavampina kuin muita. Niitä myös pidettiin vetoavampina, mistä syystä ne myös saivat oppijan sitoutumaan enemmän opittavaan asiaan.

Näiden kuuden Baylorin tutkimuksen valossa pystyttäisiin määrittelemään tehokkaan agentin ominaisuuksia hyvinkin yksityiskohtaisesti. Kuitenkaan yksittäisen tutkimuksen tuloksia ei pidä suoralta kädeltä hyväksyä, vaan suhtautua niihin pikemminkin suuntaa antavina.

Nämä tutkimukset paljastivat kuitenkin melko yllättäviä asioita. Yksi näistä oli se, että afrikanamerikkalaisen eksperttiagentin johdolla testihenkilöt oppivat keskimäärin paljon paremmin kuin valkoihoisen johdolla. Toinen erikoinen havainto oli se, että miespuoliset agentit vaikuttivat olevat tehokkaampia kuin naispuoliset. Kuitenkin kuten näistä tutkimuksista pystytään havaitsemaan, niin useissa tapauksissa vertailtavilla agenteilla oli kaikilla omat hyvät puolensa. Tämä korostaa sitä asiaa, että agenttien suunnittelussa tulee opetuksen tavoitteet tietää hyvin, jotta osattaisiin suunnitella oikeanlainen agentti. Mielestäni toinen tärkeä havainto on se, ettei stereotypian ja oletuksen mukainen agentin suunnittelu välttämättä ole kaikkein tehokkain, kuten esimerkiksi kolmas tutkimus osoittaa.

Tietysti tulee muistaa se, että nämä tutkimukset on suoritettu Yhdysvalloissa, mikä voi vaikuttaa tutkimusten tuloksiin. Toisin sanoen samoihin tuloksiin ei välttämättä päästäisi täällä Suomessa. Yksi syy tähän voisi olla se, että täällä on hyvin vähän eri kulttuureista ja etnisistä piireistä olevia ihmisiä. Sen vuoksi tutkimustuloksia ei voida suoralta kädeltä yleistää. Niiden avulla kuitenkin voidaan saada hyvää tietoa ihmisten suhtautumisesta agenteihin ja sitä tietoa taas voidaan käyttää hyväksi yhä parempien opetuksellisten agenttien suunnittelussa.

4. Mitä hyötyjä opetuksellisilla käyttöliittymäagenteilla voidaan saavuttaa?

Opetuksellisilla käyttöliittymäagenteilla on Slaterin mukaan [2000] neljä tärkeää hyötyä opetukseen:

1. Agentti toimii yhdessä oppijan kanssa ja siten rohkaisee oppijaa myös sitoutumaan enemmän tehtävään.

2. Agentti voi keskeyttää tehtävän, kun oppilas alkaa turhautua ja menettää mielenkiintoaan.
3. Agentti voi välittää innokkuutta tehtävästä myös oppijalle.
4. Hyvin tehty agentti voi tehdä oppimisen hauskaksi. Siitä voi olla suurta hyötyä oppilaan oppimiskokemukseen ja sitä kautta saa oppilaan viettämän enemmän aikaa opittavan asian parissa.

Agentteja käyttämällä voidaan myös vaikuttaa käyttäjän tunnekokemuksiin ja tätä kautta pystytään esittämään opittava asia käyttäjälle mielenkiintoisessa muodossa. Erityisesti oppimiskumppanina toimivat agentit voivat parhaimmassa tapauksessa innostaa käyttäjää oppimaan lisää ja pysymään opetusohjelman parissa kauemmin. Agentti voidaan myös laittaa jäljittelemään ja jakamaan oppijan emotionaaliset kokemukset. Tämä voi olla erittäin hyödyllistä, koska on todettu, että ihmisillä on taipumusta jäljitellä tunteita automaattisesti. Näin positiivisia tunteita voidaan myös tuottaa agentin avulla käyttäjälle, jolloin myös oppimiskokemus on käyttäjälle miellyttävämpi. [Kim, 2003]

Kanssaoppijat ja tuen saaminen ovat erittäin tärkeitä asioita oppimisessa. Nykyään, kun oppiminen on yhä enenevässä määrin koko eliniän tapahtuvaa, ei kaikilla ole oppimisen tukena normaalia koulukaveri- ja luokkahuoneympäristöä. Agenttien avulla kuitenkin myös he voivat kokea sosiaalista kanssakäymistä ja saada tukea oppimiseensa agentilta [Kim, 2003]. Tämä on tärkeää kaikille ihmisille, koska sosiaalisuus ja kanssakäyminen toisten kanssa ovat meille jossain määrin välttämättömiä, jotta kokisimme elämän mielekkäänä.

Erityisesti lapsille kanssaoppijalla voidaan saada sellaista hyötyä, joka aikuisten kanssa ei ole mahdollista. Agentti on esimerkiksi aina valmiina kuuntelemaan lapsen tarinoita. Ne myös voidaan tehdä lapsen kaltaiseksi, jolloin lapsi kokee olevansa samalla tasolla agentin kanssa. Vaikka kanssaoppijan avulla ei pystytäkään opettamaan lapselle kaikkea, viittaa Ryokai et al. [2003] tutkimuksiin, joissa on havaittu, että agentti rohkaisee lasta

selittämään ja tarkentamaan, mitä he tarkoittavat. Tämä tietysti lisää lapsen kielellistä kyvykkyyttä huomattavasti.

4.1. Voiko kaksi agenttia olla parempi kuin yksi?

Kahden agentin käytöllä voidaan käyttöliittymäagenttien käyttöä opetuksessa tehostaa vielä entisestään. Yhtä agenttia käytettäessä agentin roolina on toimia oppilaan ohjaajana, sen sijaan kun käytetään kahta agenttia, voi toinen toimia selvästi opettajan roolissa ja toinen motivoijana. Baylorin ja Ebbersin artikkelissa [2003] esitellään tutkimus, jossa verrataan yhden ja kahden agentin käyttämisen vaikutuksia oppimiseen. Tutkimuksessa yksinään toimiva agentti toimi neuvonantajana ja kahdestaan toimivista agenteista toinen oli expertti ja toinen motivoija.

Tutkimukseen osallistui 48 henkilöä, jotka olivat keskimäärin 20 – vuotiaita. Heidät jaettiin satunnaisesti kahteen eri ryhmään, joista toinen ryhmä käytti yhden agentin ohjelmaa ja toinen kahden agentin ohjelmaa. Ohjelmana oli MIMIC – niminen ohjelma, jossa 13 – vuotias tyttö yrittää oppia taloustieteen käsitteitä. Oppimista tutkittiin sillä, miten käyttäjät muistivat asioita ohjelmasta ja kuinka motivoivaksi he arvioivat sen. Tutkimuksen mukaan kahden agentin käytöllä oli kokonaisvaltainen positiivinen vaikutus oppimiseen. Kahta agenttia käyttänyt ryhmä arvioi MIMIC:n selvästi helppokäyttöisemmäksi kuin yhtä agenttia käyttäneet. Sen sijaan motivaatioerot ryhmien kesken eivät olleet tilastollisesti merkittäviä.

Tutkimus antaa viitteitä siitä, että käyttämällä kahta agenttia voidaan saavuttaa oppimisen kannalta vielä parempia tuloksia kuin yhtä agenttia käyttämällä. Kuitenkin kahden agentin järkevä ja luotettava hallitseminen kaikissa vuorovaikutustilanteissa käyttäjän kanssa voi olla niin vaikeaa, ettei siihen pyrkiminen joka tilanteessa ole järkevää. Tietyissä tilanteissa kahden agentin vierekkäinen käyttäminen on kuitenkin perusteltua. Usein näin on tilanteissa, joissa molemmilla agenteilla on selvästi omat roolinsa, kuten Baylorin ja Ebbersin tutkimuksessa.

5. Ihmisenkaltaiset ominaisuudet käyttöliittymäagenteissa

Kehollisilla käyttöliittymäagenteilla tarkoitetaan agenteja, jotka on tehty muistuttamaan ihmistä. Antropomorfismi tarkoittaa ilmiötä, jossa tietokonetta kehitetään siihen suuntaan, mitä ihmisestä voidaan oppia.

Ihmiset ryhmittelevät tapaamansa ihmiset hyvin nopeasti ulkoisen olemuksen, oman tuntemuksensa eli yleisesti sanottuna ensivaikutelman perusteella eri ryhmiin. On todettu, että ihmiset suhtautuvat kommunikointiin koneiden kanssa samalla tavalla kuin toisten ihmisten kanssa. Tästä syystä voidaan olettaa, että jos agentit pyritään tekemään mahdollisimman ihmisenkaltaisiksi, niin myös niistä käyttäjä luo jonkinlaisen ensivaikutelman, samalla tavoin kuin normaalissa vuorovaikutustilanteessa [Cassell et al., 2000]. Antropomorfisia ominaisuuksia suunniteltaessa on siis otettava huomioon kohderyhmän ominaisuudet ja pyrittävä luomaan juuri heille sopiva agenttihahmo, josta he saavat hyvän ensivaikutelman. Usein voi myös olla tarpeen tehdä useita eri agenteja, joista käyttäjä saa valita mieleisensä. Näin voidaan ennaltaehkäistä eri persoonien aiheuttamat ongelmat agenttien käytössä ja siinä, miten miellyttävänä käyttäjä ne kokee.

Ihmisenkaltaisuuden tavoittelemisen opetukselliseen agenttiin tuo useita ongelmia niin niiden sisällön tuottamisen kuin teknisen toimimisen kannalta. Agenttien tulisi muun muassa pystyä osoittamaan erilaisia kohteita eri tavoin, esimerkiksi puheella, sijainnilla ja eleillä [Cassell et al, 2000]. Vaikka tällaisen agentin toteuttaminen on erittäin vaativaa, tekevät nämä ominaisuudet agentista huomattavasti tehokkaamman ja miellyttävämmän käyttäjä.

Bickmoren ja Cassell'n tutkimuksessa [Bickmore and Cassell, 2004] esiteltiin muutamia esimerkkejä, joiden avulla ihmisenkaltaisen kehollinen agentti voi kommunikoida käyttäjän kanssa. Näitä tapoja on esitelty taulukossa 1. Nämä tavat ovat hyvin pitkälle samanlaisia, mitä ihmiset käyttävät normaalissa vuorovaikutustilanteessa. Tällaisia ovat muun muassa kulmien nostaminen, hymyileminen, katsominen ja nyökkääminen.

Communicative Functions	Communicative Behavior
Initiation and termination:	
Reacting	Short Glance
Inviting Contact	Sustained Glance, Smile
Distance Salutation	Looking, Head Toss/Nod, Raise Eyebrows, Wave, Smile
Close Salutation	Looking, Head Nod, Embrace or Handshake, Smile
Break Away	Glance Around
Farewell	Looking, Head Nod, Wave
Turn-Taking	
Give Turn	Looking, Raise Eyebrows (followed by silence)
Wanting Turn	Raise Hands into gesture space
Take Turn	Glance Away, Start talking
Feedback	
Request Feedback	Looking, Raise Eyebrows
Give Feedback	Looking, Head Nod

Taulukko 1. Esimerkkejä vuorovaikutuksellisista toimista ja kuinka kehollinen agentti voi niitä toteuttaa [Bickmore and Cassell, 2004].

5.1. Mitä hyötyjä ihmisenkaltaisuudella voidaan saavuttaa?

Todella tehokkaan agentin tekeminen ei ole mahdollista jos ei oteta lainkaan huomioon ihmisten luonnollista tapaa kommunikoida. Ihmisten luonnollista kommunikointitapaa jäljittelemällä, agentti pystyy paremmin luomaan yhteyden ohjelman käyttäjään. On havaittu, että ihmiset reagoivat hyvin sosiaalisesti tietokoneisiin myös silloin, vaikkei antropomorfisuutta ole tavoiteltu [Cassell et al., 2000]. Tämä antaa ymmärtää, että ihmiset suhtautuvat kommunikointiin koneiden kanssa samalla tavoin kuin toisten ihmisten kanssa.

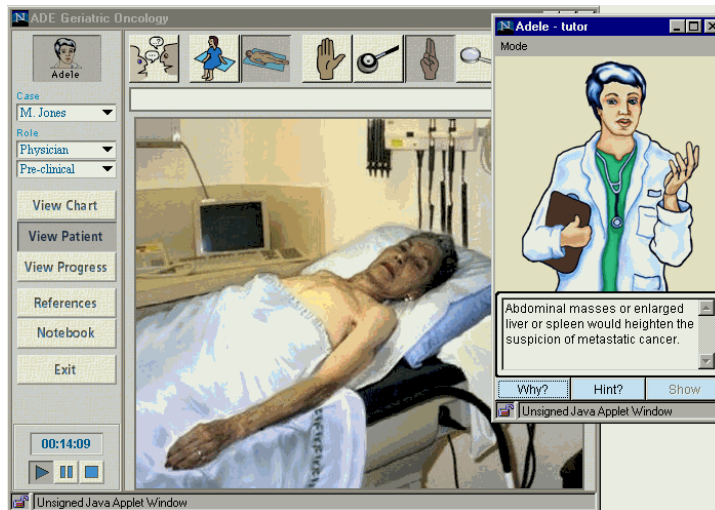
Hietalan ja Niemirevon tutkimuksessa [1998] kävi ilmi, että testihenkilöt arvostivat agentteja juuri niiden ihmisenkaltaisten ominaisuuksien perusteella. Nämä ominaisuudet näyttivät myös olevan yksi tärkeä valintakriteeri agenttia valittaessa.

6. Esimerkkejä opetuksellisista käyttöliittymäagenteista

Tässä luvussa esittelen kaksi eri käyttöliittymäagenttia. Nämä agentit ovat ihmisenkaltaisia, kehollisia agentteja.

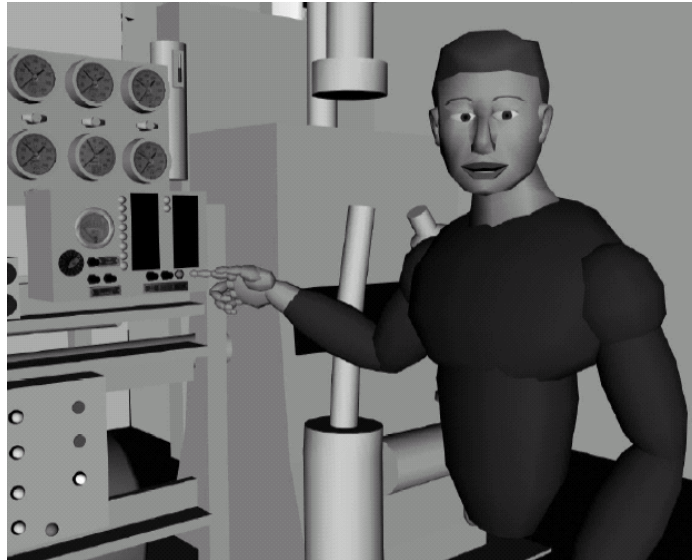
Ensimmäinen esimerkkini opetuksellisesta käyttöliittymäagentista on Adele (Agent for Distance Education -Light Edition, kts. kuva 8). Erityispiirteenä Adelessa on se, että se toimii internetissä. Adelen tarkoituksena on auttaa lääketieteen opiskelijoita heille tarkoitettussa opetusohjelmassa sanoin, elein ja ilmein. Ohjelmassa on useita osioita esimerkiksi monivalintatehtäviä tai

kuvitellun potilaan diagnosointia. Adele seuraa vierestä käyttäjän toimia ja antaa palautetta tarvittaessa. Siltä voi myös kysyä neuvoa tai vihjettä, jos ongelma tuntuu liian vaikealta. Myös eri asioiden selittäminen onnistuu tältä agentilta tarvittaessa. Adele käyttää palautteen antamiseen puheen ja tekstin lisäksi myös kasvojenilmeitä ja kehonliikkeitä. Se osaa muun muassa ilmentää yllätystä ja pettymystä. [Shaw et al. 1999].



Kuva 8. Adele-agentti opetusympäristössään [Shaw et al. 1999].

Toinen esimerkki opetuksellisesta käyttöliittymäagentista on Steve, joka on esitelty kuvassa 9. Se on agentti, joka voi opettaa erilaisia asioita käyttäjille riippuen siitä, missä ympäristössä se on. Se voi esimerkiksi opettaa, miten rakennetaan tai asennetaan jokin osa koneeseen. Steve-agentin kolme päätoimintoa ovat havainnointi, kognitio ja erilaiset kehonliikkeet. Se pystyy opettamaan hyvin ryhmässä, jolloin oppilaat voivat olla joko oikeita oppilaita tai agenteja. Steve pystyy hyvin monenlaisiin vuorovaikutuskeinoihin. Se pystyy osoittamaan kohteita, tehdä ilmeitä sekä keskustella käyttäjien kanssa. Erityisesti Steven kyky osoitella kohteita ja liikkua tekevät siitä erityisen tehokkaan opettajan käytännöllisissä asioissa, joissa on hyvin tärkeää ymmärtää, esimerkiksi mitä koneen osaa tarkoitetaan.



Kuva 9. Steve-agentti (Soar Training Expert for Virtual Environments) [Cassell et al. 2000]

7. Yhteenveto

Opetukselliset käyttöliittymäagentit ovat osoittautuneet varsin hyödyllisiksi, kun mietitään uusia, oppilasta motivoivia tapoja oppia. Tässä tavassa myös pystytään hyödyntämään tietotekniikan tuomat lisämahdollisuudet hyvin ja sitä kautta voidaan saada selvää lisäarvoa myös opetukseen, joka vielä toistaiseksi tapahtuu melko samalla tavalla kuin jo kymmenien vuosien ajan. Agentteja käyttämällä voidaan myös osittain ainakin ratkaista opettajien pulaa, koska oppilas voi saada agentista tukijan ja neuvonantajan. Näin opettajan roolia voidaan pienentää ainakin joissakin aineissa.

Agenttien käyttäminen ei kuitenkaan ole ongelmaton, kuten tässä tutkielmassa on jo aikaisemmin todettu. Suurimmat ongelmat liittyvät vielä toistaiseksi riittävän teknisen osaamisen puutteeseen. Jotta agentista olisi todella hyötyä, pitäisi sen pystyä toimimaan hyvin erilaisissa, ennalta-arvaamattomissa tilanteissa. Tällaisen systeemin rakentaminen on erittäin vaativaa. Kuitenkin opetuksen kannalta tehokkaan agentin tekeminen on mahdollista, kunhan vain suunnitteluun ja myös valmiin agentin testaamiseen käytetään tarpeeksi voimavaroja.

Aihe on vielä sen verran uusi, että tutkimuksia alueelta tarvittaisiin lisää. Erityisen mielenkiintoinen tutkimuskysymys olisi esimerkiksi, millaisia

tuloksia täällä Suomessa saataisiin, jos toistettaisiin Baylerin tutkimustilanteet. Oletettavasti ne poikkeaisivat ainakin jossain määrin Yhdysvalloissa suoritettujen tutkimusten tuloksista. Tällaisia tutkimuksia agenttien ominaisuuksien vaikutuksista oppimiseen ja käyttäjien kokemuksiin tarvittaisiin lisää, jotta entistä parempien agenttien tekeminen olisi helpompaa. Tämä ala on sellainen, että sitä kannattaa kehittää eteenpäin, koska se tarjoaa paljon eri mahdollisuuksia oppimiseen ja helpottaa omalta osaltaan myös opettajien työtä.

Viiteluettelo

- [Cassell et al. 2000] Justine Cassell, Joseph Sullivan, Scott Prevost, Elizabeth Churchill, *Embodied Conversational Agents*, The MIT Press, 2000.
- [Hietala ja Niemirepo, 1997] Pentti Hietala ja Timo Niemirepo, Älykäs agentti oppii ja opettaa. *OTE*. 4 (1997).
- [Abushar and Hirata, 1998] Abushar, Shaun and Hirata, Naoki, Filtering with Intelligent Software Agents,
<http://www.engin.umd.umich.edu/CIS/course.des/cis479/projects/FISA.html> (26.4.2005)
- [Hietala and Niemirepo, 1998] Pentti Hietala and Timo Niemirepo, The competence of learning companion agents. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 9, (3-4 1998), s. 178-192. Also available in:
http://aied.inf.ed.ac.uk/members98/archive/vol_9/hietala/paper.pdf
- [Baylor, 2005] Amy L. Baylor, The impact of pedagogical agent image on affective outcomes. *Workshop on Affective Interactions: The Computer in the Affective Loop*, International Conference on Intelligent User Interfaces.
- [Baylor and Ryu, 2003] Amy L. Baylor and J. Ryu, Does the presence of image and animation enhance pedagogical agent persona? *Journal of Educational Computing Research*, 28 (4, 2003), 373-395.

- [Ryokai et al. 2003] K. Ryokai, C. Vaucelle, J. Cassell, Virtual peers as partners in storytelling and literacy learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, **19** (2, 2003), 195-208.
- [Bickmore and Cassell, 2004] Tim Bickmore, Justine Cassell, Social dialogue with embodied conversational agents. In J. van Kuppevelt, L. Dybkjaer, and N. Bernsen (eds.), *Natural, Intelligent and Effective Interaction with Multimodal Dialogue Systems*. New York: Kluwer Academic. 2004.
- [Shaw et al. 1999] Erin Shaw, W. Lewis Johnson, Rajaram Ganeshan, Pedagogical agents on the Web, 1999.
<http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/agents99/agents99.htm>
(23.2.2005)
- [Johnson et al.] W. Lewis Johnson, Sander Kole, Erin Shaw, Helen Pain, Socially intelligent learner-agent interaction tactics. Also available in:
http://www.isi.edu/isd/carte/publications/aied03/AIED_submission8p.doc
- [Slater, 2000] David Slater, Interactive animated pedagogical agents, April 2000.
<http://ldt.stanford.edu/~slater/pages/agents/> (23.2.2005)
- [Baylor and Ebberts, 2003] Amy L. Baylor and Suzanne J. Ebberts, The pedagogical agent split-persona effect: When two agents are better than one?, 2003. http://garnet.acns.fsu.edu/~abaylor/PDF/split_edmedia.pdf
(23.2.2005)
- [Baylor and Ryu, 2003] Amy L. Baylor and J. Ryu, The effect on pedagogical agent voice and animation on learning, motivation and perceived persona, 2003. http://garnet.acns.fsu.edu/~abaylor/PDF/voice_edmedia.pdf
(23.2.2005)
- [Johnson et al. 2000] W. Lewis Johnson, Jeff W. Rickel, James C. Lester, Animated pedagogical agents: Face-to-face interaction in interactive learning environments, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, **11**, 2000. 47-78

[Lester et al. 1997] James C. Lester, Sharolyn A. Converse, Susan E. Kahler, S. Todd Barlow, Brian A. Stone, Ravinder S. Bhoga, The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents. *Proceedings on the 1997 CHI conference on Human factors in computing systems*, 359 – 366.
<http://sigchi.org/chi97/proceedings/paper/jl.htm>

[Kim and Baylor] Kim, Y. and Baylor, A. L. (In review). A Social Cognitive Framework for Designing Pedagogical Agents as Learning Companions. *Educational Technology Research and Development*
http://ritl.fsu.edu/papers/ConceptPaper_LC_v8_ETRD.doc

[Kim, 2003] Kim, Y. Pedagogical agent as learning companion: Its constituents and implications. *E-Learn, the Annual Conference of Association for the Advancement of Computing in Education: Phoenix, Arizona*. November 7-11, 2003.

Käyttöliittymien suunnittelu käyttäjän muisti- ja havaintotoimintojen ehdoilla

Sami Salo

Tiivistelmä.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan ihmisen muisti- ja havaintotoimintojen merkitystä visuaalisten ja puhepohjaisten käyttöliittymien suunnittelussa ja toteutuksessa. Useat eri tekijät vaikuttavat siihen, miten helppoa ja miellyttävää tietyn käyttöliittymän käyttäminen on. Teknologiat ja ergonominen toteutus asettavat lukuisia rajoitteita laitteen käyttöliittymälle, mutta käyttäjän kognitiivisten toimintojen huomioiminen määrää silti viime kädessä sen, miten käytettävä laite loppujen lopuksi on. Käyttäjän muistin ja havaintomekanismien keskeisimpien toimintaperiaatteiden ja erityispiirteiden huomioonottaminen on tärkeä osa käyttöliittymien suunnittelua. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi suunnitteluvaiheessa apuna käytettävien heuristiikkojen eli tietynlaisen säännöstön avulla.

Avainsanat ja -sanonnat: HCI, Käytettävyys, käyttöliittymät, muisti- ja havaintotoiminnot, heuristiikat.

CR-luokat: H.1.2, H.5.2, J.4

1. Johdanto

Kognitiivisten toimintojen huomioonottaminen käyttöliittymien suunnittelussa on saanut osakseen kasvavaa huomiota viimeisten vuosien aikana. Uusien teknisten laitteiden käyttöliittymät ovat visuaalisesti monipuolisempia ja myös puheen ja äänen käyttö osana käyttöliittymää alkaa pikkuhiljaa yleistyä, joskin selvästi visuaalisuudelle alisteisena. Eri laitteiden käyttöliittymien suunnittelu edellyttää monien eri tekijöiden huomioimista, jo pelkästään tietty teknologia ja laitteen tekniset ominaisuudet asettavat huomattavia rajoitteita sille, missä määrin käyttäjän ja laitteen vuorovaikutus voidaan ottaa huomioon. Käyttöliittymien suunnittelu on siis hyvin monipuolinen tietojenkäsittelyn osa-alue, jossa täydellisyyteen on mahdotonta koskaan päästä. Tärkeä tekijä

käyttöliittymien suunnittelussa mahdollisimman tehokkaan käytettävyyden kannalta onkin huomioida tärkeimpiä ja yleisimpiä ihmisen havaitsemis- ja muistitoimintoihin liittyviä mekanismeja ja pyrkiä ottamaan ne mahdollisimman kattavasti huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa.

Teknologisen kehityksen myötä myös kuluttajille suunnattujen laitteiden käytettävyyteen kiinnitetään entistä enemmän huomiota. Tämä on tärkeää, sillä kuluttajat eivät enää katso pelkästään laitteen ominaisuuksia, vaan myös sitä, miten miellyttävää ja helppoa tietyn laitteen käyttäminen on. Kasvava tietomäärä ja erilaisten laitteiden monipuolistuvat käyttöliittymät vaativat tuekseen tarkkaa tietoa erityisesti ihmisen visuaalisen ja auditiivisen tiedon käsittelyyn liittyvistä mekanismeista.

Kognitiivinen psykologia on empiiriseen tutkimukseen nojaava tiede, jonka ensisijainen tehtävä on tutkia ja selittää niitä prosesseja, joiden avulla ihmismieli toimii. Tieteenalan keskeisimpiä tutkimusalueita ovat havaitseminen, muisti, kieli ja ajattelu. Usein kognitiivinen psykologia ja yleisesti kognitiiviset tieteet nähdään yksisuuntaisesti tukemassa käytettävyydestutkimusta, mutta soveltavasta käytettävyydestutkimuksesta voi olla hyötyä myös uusien kognitiivisten teorioiden laatimisessa. Tieteenalojen suhde voidaan nähdä kaksisuuntaisena vuorovaikutuksena, jossa hajanaiset kognitiiviset teoriat tukevat käytettävyydestutkimusta, joka puolestaan tarjoaa uutta tietoa ihmisen kognitiivisista toiminnoista uusien teorioiden pohjaksi [Boring, 2003]. Tässä tutkimuksessa keskitytään kognitiivisten toimintojen osalta havaitsemisen ja muistin alueelle. Kumpikin tutkimusalue, kuten monet muutkin kognitiivisen psykologian osa-alueet, sisältää paljon ristiriitaisia teorioita. Havainto- ja muistitutkimuksen alueella on kuitenkin tiettyjä laajasti hyväksytyjä vakiintuneita malleja ja teorioita, joita voidaan käyttää soveltavan tutkimuksen pohjana.

Tutkimusaihe sijoittuu havainto- ja muistitutkimuksen, ja yleisen tason käyttöliittymäsuunnittelun välimaastoon. Sekä havainto- ja muistiprosesseista, että käyttöliittymäsuunnittelusta on julkaistu paljon tutkimuksia. Olemassa on myös huomattava määrä kognitiivisiin prosesseihin perustuvia käyttöliittymien suunnittelua yleiseltä tasolta luotaavia tutkimuksia, säännöstöjä ja kirjallisuutta, esimerkiksi Nielsenin heuristiikat [Nielsen, 1994] ja yleisimpiä arviointimenetelmiä käsittelevä perusteos Usability Inspection Methods [Nielsen and Mack, 1994]. Tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ole laatia uutta kaiken kattavaa säännöstöä, eikä tarjota uusia arviointimenetelmiä. Tarkoituksena on

keskittyä hyödyntämään merkittävimpiä muisti- ja havaintotutkimuksen käyttöliittymäsuunnittelun kannalta keskeisimpien osa-alueiden tutkimustuloksia ja jo olemassaolevia suunnitteluheuristiikkoja, ja soveltaa tutkimusten pohjalta uusia sääntöjä visuaalisten ja auditiivisten käyttöliittymien kokonaisvaltaista suunnittelua varten.

Tutkimuksessa tarkastellaan ihmisen havaitsemis- ja muistitoimintoihin liittyviä yleisiä mekanismeja ja sitä, miten nämä mekanismit voidaan mahdollisimman tehokkaasti huomioida erityyppisten käyttöliittymien suunnittelussa. Havainto- ja muistitoiminnoissa keskitytään erityisesti hahmojen ja objektien tunnistamiseen ja kontekstin merkitykseen havaintojen tekemisessä. Muistitoiminnoissa keskitytään lyhyt- ja pitkäkestoisen muistin ominaispiirteisiin. Mielenkiinnon kohteena ovat merkittävimmät ja yleisesti tunnustetut kognitiivisen psykologian teoriat.

Käyttöliittymätyypeistä tarkastellaan visuaalisia ja puhepohjaisia käyttöliittymiä yleisellä tasolla puuttumatta tarkemmin erilaisiin teknologioihin tai toteutusmenetelmiin. Tutkimuksessa keskitytään ainoastaan siihen, mitä keskeisiä havaitsemisen ja muistin ominaisuuksia pitää ottaa huomioon suunniteltaessa visuaaliseen ja auditiiviseen informaatioon perustuvia käyttöliittymiä, ja mitä näiden tekijöiden huomioonottaminen tarkoittaa käytännössä. Tulevaisuuden käyttöliittymiä tai kehitysasteella olevia käyttäjän ja käyttöliittymän välisiä uusia vuorovaikutustapoja ei tutkielmassa käsitellä.

Tutkimuskysymys on seuraava: mitkä ihmisen havaitsemiseen ja muistitoimintoihin liittyvät prosessit ovat erityisen merkityksellisiä nykyisten käyttöliittymien yleistason suunnittelun kannalta ja millä tavalla nämä prosessit voidaan ottaa huomioon suunniteltaessa visuaaliseen ja auditiiviseen informaatioon perustuvia käyttöliittymiä? Tutkimuksen lopullinen tavoite on esittää sellaisia havaitsemis- ja muistitoimintoihin liittyviä yleisluontoisia ja tarkasti perusteltuja ohjesääntöjä, joita voidaan käyttää suunniteltaessa vuorovaikutusta käyttäjän ja käyttöliittymän välillä. Keskeisintä on siis selvittää muisti- ja havaitsemismekanismeihin liittyviä rajoitteita, erityispiirteitä, yleistä toimintaa, ja sitä mitkä muistamiseen ja havaitsemiseen liittyvät tekijät ovat kaikkein huomionarvoisimpia käyttöliittymäsuunnittelun kannalta.

2. Heuristiikat käyttöliittymäsuunnittelun apuna

Käyttöliittymien suunnitteluun on tarjolla paljon erilaisia ohjeita ja säännöstöjä. Huomattava osa näistä ohjeista keskittyy käyttöliittymäsuunnitteluun tietyn teknologian näkökulmasta. Tällaisia ovat esimerkiksi web-sivustojen tai mobiililaitteiden käyttöliittymäsuunnittelua käsittelevät oppaat. Olemassa on myös paljon yleisen tason suunnitteluheuristiikkoja, joissa on pyritty ottamaan kaikkein keskeisin käyttäjän ja käyttöliittymän välinen vuorovaikutus huomioon. Oma käyttöliittymäsuunnittelun osa-alueensa on käyttöliittymän arviointi kognitiivisesta näkökulmasta.

Tässä tutkielmassa kognitiivisella tutkimuksella tarkoitetaan ihmisen mieleen liittyvien prosessien, kuten erilaisten muistiprosessien tutkimista ja selittämistä. Käytettävyystudkimuksessa ja käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa kognitiivisia tieteitä tarvitaan selittämään käyttäjän mielensisäistä tietojenkäsittelyä. Seuraavaksi tarkastellaan kognitiivisen suunnittelun näkökulmasta eräitä keskeisiä käyttöliittymäsuunnittelua varten kehitettyjä arvioinnin ja läpikäynnin menetelmiä ja näiden perustana käytettäviä normistoja.

2.1. Nielsenin heuristiikat

Tunnetuimmat yleisen tason käyttöliittymäsuunnittelun ohjesäännöt ovat Nielsenin [1994] laatimat kymmenen heuristiikkaa. Näiden heuristiikkojen pohjalta on laadittu paljon uusia, eri tyyppisten käyttöliittymien ja eri teknologioiden suunnitteluun sidottuja tarkempia normistoja. Nielsenin heuristiikoissa huomionarvoista on niiden yleispätevyys kaikkeen käyttäjäkeskeiseen suunnitteluun ja käyttäjän kognitiivisten rajoitteiden, kuten muistikapasiteetin huomioiminen. Heuristiikat sopivat luonnollisesti monien eri asiantuntija-arvioiden ja läpikäyntien pohjalla olevaksi perustiedoksi.

2.2. Kognitiivinen läpikäynti

Rieman et al. [1995] määrittelee kognitiivisen läpikäynnin seuraavasti: "Kognitiivinen läpikäynti on tekniikka, jonka avulla käyttöliittymäsuunnitelma voidaan arvioida, kiinnittäen erityistä huomiota siihen, miten hyvin käyttöliittymä tukee ensimmäistä käyttökertaa." Testaajien tehtävänä on siis asettua käyttäjän rooliin ja kuvitella, miten kokematon käyttäjä toimisi erilaisissa tilanteissa. Kognitiivisen läpikäynnin etuna on se, että menetelmää voidaan

käyttää jo ennen valmista käyttöliittymäprototyyppiä, eikä koekäyttäjiä tarvita. Kognitiivinen läpikäynti antaa suunnittelijoille mahdollisuuden tarkastella suunniteltavaa käyttöliittymää käyttäjän kognitiivisten toimintojen kannalta jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa.

Kognitiivinen läpikäynti, kuten muutkin käyttöliittymän käytettävyyden arviointiin tarkoitetut menetelmät, vaatii tuekseen toimivan ohjeiston tai useampia ohjeistoja, joiden varaan arviointi voidaan perustaa. Läpikäyntiä varten tarvitaan käyttöliittymän prototyyppi ja käyttöliittymän avulla suoritettavan tehtävän kuvaus purettuna yksittäisiin toimintoihin. Lisäksi usein on tarpeen tietää loppukäyttäjien kokemus vastaavanlaisista käyttöliittymistä ja toiminnoista, jotta voidaan kuvitella, miten stereotyyppinen käyttäjä toimisi eri tilanteissa. Jokaisen toiminnon kohdalla testaajat pyrkivät vastaamaan tiettyihin perustavanlaatuisiin toimintojen suorittamiseen liittyviin kysymyksiin, kuten siihen miten käyttäjät ymmärtävät toiminnon suorittamisesta aiheutuvan palautteen. Tässä testausvaiheessa on tarkoituksena löytää kaikkein merkittävimmät käytettävyydsongelmat, joten testaajien on keskityttävä vain kaikkein oleellisimpiin kysymyksiin, välttämällä liian syvää ja yksityiskohtaista analysointia.

Kognitiivista läpikäyntiä on kritisoitu muun muassa siitä, että stereotyyppisen käyttäjän rooliin asettuminen onnistuu monissakaan tilanteissa ja testaajat saattavat tahtomattaan hyödyntää omaa kokemustaan aivan liikaa [Hertzum and Jacobsen, 2001]. Käyttäjän kognitiivisten toimintojen huomioiminen on kuitenkin tärkeä ja monesti täysin laiminlyöty suunnittelun osa-alue. Vaikka testaajat tukeutuisivat läpikäynnin aikana vain muutamaaan peruskysymykseen, heillä pitäisi silti olla selkeä käsitys siitä, millaisia rajoitteita käyttäjän muisti- ja havaintotoiminnot asettavat suunnittelulle. Itseasiassa heillä pitäisi olla tämä käsitys jo ennen ensimmäisiä käyttöliittymäluonnoksia.

2.3. Heuristinen arviointi ja muut säännöstöihin perustuvat arviointimenetelmät

Heuristisen arvioinnin tarkoituksena on kartoittaa mahdollisimman tarkasti käyttöliittymän käytettävyydsongelmat. Arvioinnin suorittaa joukko käytettävyyden osa-alueisiin perehtyneitä asiantuntijoita ja arviointi perustuu ennalta laadittuun säännöstöön ja arvioijien omaan kokemuspohjaan. Käyttöliittymää voidaan käyttää vapaasti, tai ennalta laadittujen tehtävien

ohjaamana. Usean eri testaajan voimin suoritettu käytettävyyden arviointi on kustannuksia säästävä, nopea ja usein tehokas tapa löytää keskeisimpiä käytettävyysoongelmia. Lisäksi heuristista arviointia voidaan käyttää sekä prototyyppeihin, että valmiiden käyttöliittymien testaamiseen. Menetelmää on kritisoitu lähinnä siitä, että arviointi on liian kontrolloimatonta ja epäjärjestelmällistä, ja tämän takia käyttöliittymään saattaa jäädä vakaviakin käytettävyysoongelmia. Toinen merkittävä ongelma on se, että abstraktien sääntöjen soveltaminen todelliseen käyttöliittymään, esimerkiksi web-sivustoon on vaikeaa ja edellyttää harjoittelua [Wood, 2004]. Säännöstöihin perustuvissa arviointimenetelmissä kannattaa siis kiinnittää huomiota erityisesti siihen, miten arviointiprosessi voidaan suorittaa mahdollisimman tehokkaasti.

Käytettävyyden arvioinnin pohjana käytettävä säännöstö ja kunkin testaajan kokemuspohja sanelevat melko tarkasti sen, mihin testattavan käyttöliittymän komponentteista huomio ensisijaisesti kiinnittyy. Monimutkaisen käyttöliittymän testaaminen on huomattavasti tehokkaampaa suurella joukolla eri osa-alueiden asiantuntijoita ja selkeällä yleisen tason säännöstöllä, kuin muutaman testaajan voimin käyttäen liian suppeaa ja erikoistunutta säännöstöä. Käyttöliittymän arviointi pelkästään käyttäjän kognitiivisten toimintojen, erityisesti muistin ja havaitsemisen alueille liittyvien toimintojen, näkökulmasta on erittäin keskeinen ja tärkeä osa käyttöliittymien suunnittelua. Tällainen erikoistunut arviointi on erityisen keskeisessä asemassa suurelle käyttäjämäärälle suunnatussa lukuisia toimintoja sisältävän järjestelmän käyttöliittymässä. Esimerkiksi kotitietokoneiden ja erilaisten kannettavien laitteiden, kuten taskutietokoneiden ja matkapuhelimien käyttöliittymien suunnittelu edellyttää käyttäjän kognitiivisten toimintojen huomioimista. Kognitiivisesta näkökulmasta suoritettava arviointi on onnistuessaan tehokas käytettävyyden parantaja millaisen tahansa käyttöliittymän kohdalla. Käytettävä säännöstö on erityisen keskeisessä asemassa, sillä arvioinnin suorittajalla ei välttämättä ole riittävästi tietoa ihmisen tiedollisten toimintojen rajoitteista ja ominaispiirteistä.

2.4. Hahmolakeihin perustuvat heuristiikat

Gestalt-teoria on vaikuttanut merkittävästi moniin havaitsemiseen liittyviin tutkimusalueisiin 1900-luvulta lähtien. Gestalt-teoriasta johdetuista hahmolaeista on olemassa useita eri psykologien laatimia variaatioita ja sovelluksia. Gestaltin hahmolakeja voidaan käyttää apuna visuaalisessa käyttöliittymäsuunnittelussa.

Lait määrittelevät, miten erilaiset visuaaliset elementit pitää esittää suhteessa toisiinsa ja ympäristöönsä, jotta lopputulos olisi mahdollisimman tehokas havaitsemisen kannalta. Chang et al. [2002] sovelsivat yhtätoista Gestaltteoriaa käsittelevästä kirjallisuudesta johdettua lakia kasvatuksellisen WoundCare multimediaohjelman käyttöliittymän suunnitteluun. Lopputulos oli, että yleisesti ottaen jokaisella Gestaltin lailla oli merkittävä käyttöliittymän toiminnan ymmärtämistä ja parempaa visuaalista yleisilmettä tukeva vaikutus. Gestaltin lakien avulla käyttöliittymän komponentit voidaan ryhmitellä ja organisoida siten, että ohjelman eri osien toiminta ja ohjelman toiminta kokonaisuutena on selkeämmin ja nopeammin hahmotettavissa. Käsittelyn luvussa kolme kontekstin merkitystä havaitsemisessa ja muistamisessa.

3. Muisti- ja havaintotoiminnot

Kognitiivisen psykologian tutkimusta voidaan hyödyntää monin tavoin erilaisten tuotteiden ja käyttöliittymien suunnittelussa, ja käytettävyyden arvioinnissa. Mitä paremmin käyttöliittymä tukee käyttäjän muisti- ja havaintomekanismeja, sen todennäköisemmin käyttäjä oppii nopeasti käyttöliittymän toiminnot.

3.1. Lyhytkestoinen ja pitkäkestoinen muisti

Psykologiassa muisti jaetaan yleensä toimintansa perusteella pitkäkestoiseen muistiin ja lyhytkestoiseen muistiin, eli työmuistiin. Mitkään kokeet eivät kuitenkaan ole osoittaneet, että ihmisellä olisi kaksi täysin erillistä muistijärjestelmää, vaan kyse voi yhtä hyvin olla saman muistin eri toimintamekanismeista. Muistitutkimuksen hyödyntäminen on erityisen keskeistä puhekkäyttöliittymien suunnittelussa, sillä nopean ja tehokkaan vuorovaikutuksen aikaansaamiseksi käyttäjän on muistettava käyttöliittymän komennot. Uusien ja satunnaisten käyttäjien kannalta työmuistin mekanismien huomioonottaminen on tärkeää, sillä komennot eivät ole tallentuneet pysyvästi tällaisten käyttäjien muistiin.

Työmuistin kapasiteettirajoitukseen liittyvissä tutkimuksissa keskeisin havainto on ollut se, että työmuistiin mahtuu kerrallaan vain muutama tietoyksikkö. Työmuistin tallennuskapasiteetin on arveltu vaihtelevan sen mukaan, minkä tyyppistä tietoa tallennetaan. Yleisenä ohjeena

puhekäyttöliittymien suunnitteluun kuitenkin on se, etteivät valikot saa sisältää kuin muutaman, korkeintaan neljä eri yksikköä. Lisäksi on huomattava, että käyttäjät muistavat ainoastaan sellaisen uuden tiedon, josta on heille välitöntä hyötyä. Erityisesti näiden työmuistin ominaisuuksien takia puhekäyttöliittymien valikot voivat sisältää ainoastaan muutaman tietoyksikön ja informaatio on esitettävä niin tiiviissä ja yksinkertaisessa muodossa kuin mahdollista.

Pitkäkestoinen muisti voidaan jakaa semanttiseen ja episodiseen muistiin käsiteltävän tiedon merkityksen perusteella. Vaikka pitkäkestoisen muistin toimintamekanismit ovat erilaisia käsiteltäessä merkityksiltään eroavaa tietoa, siitä ei voida päätellä, että kyseessä olisi kaksi eri muistia, vaan on mahdollista, että sama muisti toimii eri tavoilla käsitellessään eri tyyppistä tietoa. Semanttinen muisti-informaatio on tietoa, jolla on yleispätevä merkitys, ja joka ei ole sidoksissa mihinkään tiettyyn tapahtumaan. Episodinen muisti-informaatio taas on spesifistä tietoa, joka liittyy johonkin tiettyyn tapahtumaan [Payne and Wenger, 1998]. Puhekäyttöliittymiä suunniteltaessa kannattaa mahdollisuuksien mukaan pyrkiä tukemaan kumpaakin informaatiotyyppiä. Käyttäjä saattaa esimerkiksi muistaa, että käyttöliittymässä on komento, joka mahdollistaa nopean palaamisen edelliseen valikkoon, mutta spesifinen tieto kyseisestä komentosanasta tai lauseesta on unohtunut. Tämän takia on tärkeää, että sama tehtävä voidaan suorittaa useaa vaihtoehtoista komentoa käyttämällä, jolloin käyttäjän muistettavaksi jää ainoastaan käyttöliittymän semanttinen tieto, eli se mitä käyttöliittymässä on mahdollista tehdä.

Tiedon vieminen pitkäkestoiseen muistiin ja sen palauttaminen työmuistiin on prosessi, johon liittyy useita tärkeitä osatekijöitä. Vastoin arkielämän ohjeita, tiedon toisteleminen ei useinkaan auta siirtämään haluttua informaatiota pitkäkestoiseen muistiin, ei ainakaan siten, että se pystyttäisi tehokkaasti palauttamaan. Tutkimukset tukevat oletusta, jonka mukaan tiedon esitystavalla on keskeinen merkitys siinä, miten nopeasti ja tehokkaasti tieto tallentuu pitkäkestoiseen muistiin. Tietyn informaation palauttaminen tapahtuu tehokkaimmin olosuhteissa, jotka mahdollisimman tarkasti muistuttavat tiedon tallentamishetken olosuhteita. Ericsson ja Walterin [1995] mukaan monet pitkäkestoisen muistin tallennuskapasiteettia koskevien tutkimusten huonoista tuloksista selittyvät sillä, että tutkijat ovat tarkoituksellisesti valinneet sellaisia tehtäväalueita ja sellaista tietoa, joka on koehenkilöille tuntematonta. Tällaisessa tilanteessa koehenkilöt eivät voi hyödyntää muistissa jo olevaa tietoa uuden tiedon tallennuksessa ja haussa. Lisäksi koehenkilöt eivät voi tallentaa tietoa

muistiin, jos eivät tiedä mitkä informaation osat ovat tärkeitä ja mitkä eivät. Muistin toimintaan vaikuttaakin ratkaisevasti se, miten hyvin muistissa jo oleva tieto tukee uuden tiedon tallentamista ja hakua. Puhekäyttöliittymiä suunniteltaessa muistissa jo olevaa tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi tarjoamalla käyttäjälle sellaisia komentoja, jotka ovat ennestään tuttuja ja suunnittelemalla koko käyttöliittymä siten, että sen toiminta muistuttaa kokonaisuutena mahdollisimman paljon päivittäisiä arkielämän toimia. Muistin toiminnan parantamiseksi käyttäjälle on myös pystyttävä esittämään selkeästi mikä osa informaatiosta on merkityksellistä ja mikä ei ole. Tämän takia merkityksetöntä informaatiota on vältettävä. Tiedon palauttaminen pitkäkestoisesta muistista vaatii tiettyjä vihjeitä, joita oikeaoppisesti suunnitellun puhekäyttöliittymän pitäisi pystyä tukemaan. Käsittelen tällaisia vihjeitä tarkemmin neljännessä luvussa. Muistiin palautetut yksiköt toimivat myös vihjeinä uusien yksiköiden muistamiselle. Sillä millaisessa kontekstissa muistettava tieto esitetään, on keskeinen merkitys siinä, miten tehokkaasti kyseinen tieto pystytään palauttamaan mieleen.

3.2. Kontekstin merkitys muistamisessa

Psykologisessa tutkimuksessa kontekstilla tarkoitetaan yleensä joko tutkimusympäristöä, kuten huoneita, valaistusta, tai esineitä, tai niitä tekijöitä, jotka antavat merkityksen ärsykeille, esimerkiksi tiettyä sanaa ympäröivä lause. Konteksti vaikuttaa muistamiseen monin eri tavoin. Muistaminen on tehokkaampaa silloin, kun se tapahtuu samassa kontekstissa, esimerkiksi samassa tai samanlaisessa ympäristössä, kuin missä oppiminen on tapahtunut. Fyysinen ympäristökään ei ole välttämättömyys, sillä psykologisissa kokeissa on osoitettu, että jo oppimiskontekstin ajattelu tehostaa asioiden muistamista. Sisäiset mielentilat vaikuttavat myös muistin toimintaan. Mikäli henkilö on riittävän kiinnostunut opeteltavasta materiaalista, mieleenpainaminen ja muistaminen tehostuvat. Neljännessä luvussa käsitellään tarkemmin kontekstin soveltamista käyttöliittymien suunnitteluun.

3.3. Havaitseminen ja kohteiden tunnistaminen

Havainnot syntyvät aistien välittämän informaation tulkinnan seurauksena. Havaitseminen on yhteydessä moniin kognitiivisiin toimintoihin, kuten muistiin

ja ajatteluun. Samassa tilanteessa kaksi eri ihmistä voi tehdä hyvin erilaisia havaintoja tai toisaalta hyvin samanlaisia havaintoja. Havainnon syntymiseen vaikuttavia yksilötason tekijöitä on paljon ja ne ovat jatkuvassa muutoksessa. Esimerkiksi vaihtelevat tunnetilat voivat muuttaa merkittävästi tietyn henkilön tekemää havaintoa ulkoisten ärsykkeiden pysyessä muuttumattomina. Aistimisen, ajattelun ja havainnon syntymisen suhde on edelleen hämäränpeitossa, mutta on varmaa, että havainnon syntyminen edellyttää aktiivista aistien kautta välittyvän informaation käsittelyä vaihteittain. Lopputuloksena on havaitsijan muodostama sisäinen representaatio ulkoisesta todellisuudesta. Muistin ja aiemmin opitun tiedon merkitys havaitsemisessa voi olla huomattavan suuri.

Havaintomekanismeihin keskittyvän kognitiivisen tutkimuksen ansiosta havaitsemisen yleiset periaatteet tunnetaan melko hyvin ja tätä tietoa voidaan hyödyntää erilaisten käyttöliittymien suunnittelussa. Erityisesti visuaalisten käyttöliittymien suunnittelussa keskeisiin hahmontunnistusteorioihin ja hahmolakeihin pohjautuvat ohjesäännöt voivat parantaa lopputuotteen käytettävyyttä huomattavasti.

Hahmojen tunnistamisprosessia kuvaavia teorioita on useita ja ne voidaan jakaa perinteisiin alhaalta ylös -teorioihin, joissa hahmojen tunnistamisen nähdään etenevän hahmon yksittäisten ominaisuuksien tasolta aina monimutkaisempiin havaintokokonaisuuksiin ja uudempiin ylhäältä alas -teorioihin, joissa ylemmän tason kognitiiviset prosessit ohjaavat alemman tason havaitsemisprosesseja [Payne and Wenger, 1998]. Näitä teorioita tarkastellaan lähemmin käsiteltäessä kontekstin merkitystä havaitsemisessa. Alhaalta ylös -teorioista merkittävimmät ovat hahmon vertailu teoriat ja piirrevertailu teoriat. Hahmon vertailu teorioissa tunnistaminen tapahtuu vertailemalla verkkokalvolla näkyvää kuvaa muistissa olevaan tarkkaan hahmon edusteeseen. Piirrevertailuteorioiden mukaan tunnistaminen tapahtuu vertailemalla hahmon rakenneosia, yksittäisiä piirteitä keskenään. Teorioissa oletetaan siis, että hahmojen yksittäiset piirteet ovat tallentuneet muistiin kokonaisten hahmojen edusteiden sijaan. Piirrevertailuteoriat tarjoavat hahmon vertailu teorioita loogisemman selityksen hahmojen tunnistamisprosessille, ja ovat yleisesti ottaen suositumpia tutkijoiden keskuudessa.

Rensink [2002] kritisoi voimakkaasti hahmonvertailuteorioiden staattista hahmontunnistumallia. "Flicker paradigm" koe osoittaa, että koehenkilöt eivät pysty havaitsemaan suuriakaan näköhäiriön aikana kuvaan tehtyjä muutoksia.

Ilmiön yleisyydestä on voitu päätellä, että tällainen sokeus muutokselle liittyy suoraan ihmisen keskeisten havaintomekanismien toimintaan. Sen sijaan, että hahmojen ja objektien muistiedustukset pysyisivät muistissa ikuisesti, ne saattavatkin pysyä havaittajan muistissa vain sen aikaa, jonka havaittaja suuntaa niihin huomionsa. Koherenssiteorian mukaan aistiärsykkeessä tapahtuva muutos voidaan huomata ainoastaan silloin, jos huomio suunnataan siihen muutoshetkellä. Huomio voidaan kerrallaan suunnata vain hyvin rajoitettuun määrään kohteita ja näistäkin kohteista rajoitettuun määrään ominaisuuksia, joten huomion ulkopuolella olevien kohteiden tai kohteiden yksittäisten ominaisuuksien muuttuminen jää usein havaitsematta. Esimerkiksi paljon tietoa sisältävän web-sivuston päivittäminen ilman uusien kohteiden selkeää osoittamista jättää päivityksen hyödyt usein epäselviksi käyttäjille. Visuaalisissa käyttöliittymissä käyttäjän huomion tehokas suuntaaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi ääniefektien, animaation tai värienkäytön avulla, ja yleisesti ottaen välttämällä suuria samanaikaisia muutoksia havaintokentässä.

3.4. Kontekstin merkitys havaitsemisessa

Hahmojen ja objektien havaitseminen tapahtuu aina osana suurempaa kokonaisuutta. Havaitsemisen kohde on hyvin vahvasti sidoksissa siihen kontekstiin johon se kuuluu. Kontekstin avulla havaittaja voi päätellä havainnon kohteesta ne osat, joita hän ei näe tai kuule. Käyttöliittymien suunnittelussa konteksti ilmenee monin tavoin. Esimerkiksi piirto-ohjelmassa pensseli-kuvake on osa piirtämiseen tarvittavien työkalujen kuvakkeiden joukkoa, ja tämä joukko puolestaan osa suurempaa kokonaisuutta, josta piirto-ohjelma kokonaisuudessaan muodostuu. Itse ohjelma on yksittäinen sovellus muiden sovellusten joukossa.

Gestalt lakien samankaltaisuuden lain mukaan, toisiaan koon, värin tai muodon suhteen muistuttavat kohteet mielletään kuuluviksi samaan ryhmään ja toisistaan poikkeavat kohteet tulkitaan erillisiksi. Esimerkiksi käyttöliittymäsuunnittelussa erilaiset varoitusviestit voidaan tarkoituksella tehdä mahdollisimman epäyhteensopiviksi muun käyttöliittymän kanssa [Laine, 2004]. Puhepohjaisissa ja visuaalisissa käyttöliittymissä tärkeät viestit, kuten virheilmoitukset suunnitellaan siten, että ne poikkeavat selvästi kaikista muista käyttöliittymän komponenteista. Tällöin käyttäjän on helppo havaita kokonaisuudesta selvästi poikkeava osa. Toisaalta, kontekstistaan täysin

poikkeavat ilmoitukset saattavat johtaa käyttäjän kuvittelemaan, ettei ilmoitus liity mitenkään käsillä olevan käyttöliittymän toimintaan, tai että se ei erilaisuutensa takia ole erityisen merkittävä käyttöliittymän toiminnan kannalta. Poikkeavien käyttöliittymäkomponenttienkin on siis jossain määrin sovittava suurempaan kokonaisuuteen tai ne voivat jäädä huomaamatta erilaisuutensa takia.

4. Käyttäjän muisti- ja havaintotoimintojen huomioiminen visuaalisten ja puhepohjaisten käyttöliittymien suunnittelussa

4.1. Visuaaliset käyttöliittymät

Visuaalisten käyttöliittymien suunnittelussa on tärkeää huomioida käyttäjän havaintotoimintojen rajallisuus. Ihminen pystyy kiinnittämään kerrallaan huomionsa vain osaan 4 - 5 havaintoyksikön ominaisuuksista. Huomion ulkopuolella olevien kohteiden muuttumista on vaikea huomata muutoshetken jälkeen. Lisäksi huomion suuntaamiseen vaikuttavat olennaisesti monet tiettyyn tehtävään, muihin käsilläoleviin tehtäviin ja havaitsijaan itseensä liittyvät tekijät, kuten ikä ja kulttuuritausta [Rensink, 2002].

Tärkein suunnittelusääntö on välttää kaiken turhan informaation esittämistä käyttöliittymässä ja sijoittaa kaikkein tärkein informaatio kohtaan, jossa se on selvästi nähtävillä. Kaikista käyttöliittymässä tapahtuvista käyttäjän kannalta merkittävistä muutoksista on ilmoitettava siten, että käyttäjän on pakko suunnata huomionsa käsilläolevaan muutokseen. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi äänitehosteilla, animaatiolla, ilmoituksen sijoittamisella käyttäjän havaintokenttään ja / tai muiden toimintojen väliaikaisella estämisellä. Havaitsemistehokkuuteen vaikuttavia yksilötason tekijöitä on paljon. Näistä keskeisimpiä ovat ikä, henkilön aikaisempi kokemustausta, kulttuuritausta, sekä kognitiivisten toimintojen yksilöllinen vaihtelu. Nykyisten ohjelmistojen pitäisi tämän takia tarjota huomattavasti monipuolisemmat välineet ohjelman toiminnallisuuden esittämisen ja yleisesti ottaen koko käyttöliittymän muokkaamiseen kunkin käyttäjän henkilökohtaisia ominaisuuksia vastaaviksi. Käyttäjän kannalta helpoin toteutusratkaisu olisi vuorovaikutteinen konfiguraatioagentti, joka muokkaisi käyttöliittymää käyttäjän antamien vastausten perusteella, ja suorittaisi käyttöliittymän hienosäätöön liittyvän

kyselyn alkuvaiheen käytön jälkeen. Käyttäjän on huomattavasti helpompi muistaa ja oppia sellaisia asioita, joita muistissa jo oleva informaatio tukee. Tämän takia ainakin osa käyttöliittymän valmiista visuaalisista ja auditiivisista teemoista pitäisi rakentaa sellaisiksi, että niissä olisi sanallista, kuvallista ja äänellistä informaatiota, joka muistuttaa suoraan ihmisten päivittäin elinympäristössään kohtaamia arkielämän ilmiöitä.

Visuaalisten käyttöliittymien suunnittelussa konteksti on merkittävässä asemassa kiinnitettäessä huomio käyttöliittymän kokonaisvaltaiseen helppokäyttöisyyteen. Yksinkertaisimmillaan kontekstin huomioiminen visuaalisessa suunnittelussa tarkoittaa sitä, että samankaltaisiin toimintoihin liittyvät komponentit muodostavat selkeitä ryhmiä ja samanarvoiset ryhmät esitetään siten, että muutamien ryhmien sisällön perusteella voidaan tehdä oletuksia siitä, millaista informaatiota muut samanarvoiset ryhmät pitävät sisällään. Käyttöliittymän tarkasteleminen kokonaisuutena tukee käyttöliittymän pienempien osakokonaisuuksien toiminnan hahmottamista. Pienemmän kokonaisuuden merkitys käyttöliittymän toiminnan kannalta pitäisi pystyä ainakin jossain määrin päättelemään tuntemalla käyttöliittymän tarkoitus ja toiminta suuremmassa mittakaavassa.

Käyttöliittymässä esitettävä informaatio on jäseneltävä siten, että se muodostaa loogisen ja hierarkkisen kokonaisuuden, jossa suuremmat kokonaisuudet, esimerkiksi päävalikon toimintojen sijoittelu, tukevat pienempien kokonaisuuksien, kuten ohjelman eri näkymien ja dialogien toimintojen sijoittelun ymmärtämistä. Benway ja Lanen [1998] tekemässä Banner blindness tutkimuksessa kävi ilmi, että yhden kohteen täydellinen eristäminen muista web-sivun kohteista heikentää huomattavasti jopa sellaisten käyttäjien kykyä havaita kohde, jotka nimenomaan etsivät eristetyn kohteen tarjoamaa informaatiota. Tutkimustulos vahvistaa käsitystä, jonka mukaan oikeanlainen konteksti tehostaa kohteiden havaitsemista, mutta vääränlainen tai puuttuva konteksti heikentää havaitsemista huomattavasti. Gestalt-lakien ymmärtäminen ja hyväksikäyttö visuaalisten käyttöliittymien suunnittelussa auttaa osaltaan kontekstin huomioimisessa ja yleisesti ihmisen havaintotoimintojen tukemisessa.

4.2. Puhepohjaiset käyttöliittymät

Puhepohjaisten käyttöliittymien suunnittelussa on tärkeää huomioida käyttäjien rajallinen muistikapasiteetti. Tämän takia turhan informaation esittämistä pitää

välttää ja kerrallaan muistettavia komentoja ei saisi olla neljää enempää. Puhekäyttöliittymien pitää tukea sekä episodista, että semanttista muisti-informaatiota. Sama toiminto pitäisi pystyä suorittamaan usean eri komennon avulla, sillä käyttäjä saattaa muistaa ainoastaan sen mitä käyttöliittymässä on mahdollista tehdä, mutta on unohtanut tarkan komennon toiminnon suorittamiseen.

Muistaminen ja oppiminen on tehokkaampaa tilanteissa, joissa muistissa jo oleva tieto tukee uuden tiedon oppimista. Puhekäyttöliittymien toiminnot pitäisi siksi esittää sellaisessa muodossa, joka muistuttaa mahdollisimman paljon arkielämän ilmiöitä. Muistaminen on myös tehokkaampaa tilanteissa, joissa käyttäjä tietää tarkkaan mikä osa informaatiosta on niin tärkeää, että se pitää muistaa. Tämän takia puhekäyttöliittymässä ei saa tarjota liikaa ylimääräistä informaatiota ja se pitää jollain tapaa erottaa muistettavasta tiedosta.

Puhekäyttöliittymän toimintojen muistaminen on tehokkaampaa, mikäli se tapahtuu samassa tai ainakin samanlaisessa kontekstissa, kuin missä oppiminen on tapahtunut. Erilaiset mielentilat, kuten voimakas kiinnostuminen tarjolla olevasta tiedosta, voivat tarjota tietynlaisen kontekstin muistettavalle informaatiolle, ja siten tehostaa muistin toimintaa merkittävästi. Luonnollinen ihmisääni on huomattavasti mielenkiintoisempi kuin persoonaton digitaalinen ääni, joten luonnollista ääntä kannattaa mahdollisuuksien mukaan käyttää, tai ainakin valita riittävän hyvin luonnollista puhetta jäljittelevä puhesyntetisaattori. Puheäänien suhteen ei välttämättä kannata pyrkiä kaikkein stereotyyppisimpään ratkaisuun, sillä persoonallinen ääni todennäköisesti jää käyttäjän mieleen paremmin kuin liian tavanomainen ja persoonaton ääni. Puhekäyttöliittymissä komentojen muistamista ja tunnistamista voidaan tehokkaasti tukea erilaisten vihjeiden avulla. Vähintään käyttäjän muistiin pitää tallentua tieto siitä, millaisia toimintoja missäkin käyttöliittymän osassa voidaan suorittaa. Käyttöliittymän kehoitteet pitää suunnitella sellaisiksi, että ne antavat riittävästi vihjeitä siitä, mitä käyttäjä milloinkin voi tehdä. Puheen lisäksi erilaisten ääniefektien avulla käyttäjälle voidaan antaa vihjeitä käyttöliittymän tilasta.

5. Yhteenveto

Ihmisen havainto- ja muistitoiminnot suodattavat päivittäin suuren määrän merkityksetöntä tietoa. Ainoastaan erityisen tärkeällä, mielenkiintoisella tai

olemassaolevaan muisti-informaatioon liittyvällä tiedolla on mahdollisuuksia tulla huomatuksi ja tallentuneeksi muistiin siten, että tieto voidaan muistaa tai ainakin tunnistaa myöhemmin. Käyttöliittymien suunnittelussa yksityiskohtien huomaamisen ohella vähintään yhtä tärkeä tekijä on se, miten hyvin käyttöliittymän toiminta pystytään kokonaisuudessaan esittämään käyttäjälle, sillä etenkin monimutkaisten käyttöliittymien kohdalla käyttäjällä ei ole mitään tarvetta eikä halua perehtyä suureen osaan käyttöliittymän toiminnallisuudesta. Havaittavat ja muistettavat asiat ovat aina osa jotakin suurempaa kontekstia. Tämän ympäröivän kontekstin avulla havaitsemista ja muistamista voidaan tehokkaasti tukea tai heikentää. Samalla tavoin kuin kirjan takakannen teksti tukee yksittäisen lauseen merkityksen ymmärtämistä tai lauseen muut sanat yksittäisen sanan merkityksen ymmärtämistä, myös käyttöliittymän visuaalisen ulkoasun ja äänimaailman pitää kokonaisuutena tarjota oikeanlainen konteksti, joka tukee käyttöliittymän toiminnan ymmärtämistä yksittäisinä osina ja niiden muodostamana kokonaisuutena.

Huomioimalla puhepohjaisten ja visuaalisten käyttöliittymien suunnittelussa seuraavat asiat, pystytään käyttäjän muisti- ja havaintotoiminnot ottamaan tehokkaasti huomioon.

- Kiinnitetään suunnittelussa huomiota siihen, että käyttöliittymä on selkeä ja toimiva kokonaisuus, jossa suuremmat rakenteet tukevat pienempien rakenteiden toiminnan hahmottamista. Suunnittelussa voidaan käyttää apuna esimerkiksi Gestalt lakeja.
- Varmistetaan, että käyttöliittymässä esitettävä informaatio ei ole käyttäjille täysin vierasta, vaan tukee jo olemassaolevia muistirakenteita. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi etsimällä malleja suunnitteluun erilaisista arkitilanteista.
- Esitetään käyttäjälle vain kaikkein merkityksellisin tieto ja piilotetaan / jätetään ylimääräinen tieto esittämättä.
- Ilmoitetaan käyttäjälle kaikista merkittävistä käyttöliittymän tapahtumista ja varmistetaan, että käyttäjä huomaa nämä ilmoitukset. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi käyttämällä maltillisesti apuna

animaatiota, äänitehosteita, värejä, kontekstistaan riittävästi poikkeavia ilmoituksia ja estämällä muu toiminta väliaikaisesti.

- Tehdään käyttöliittymässä esitettävästä tiedosta mielenkiintoista ja annetaan käyttäjälle riittävästi mahdollisuuksia personoida käyttöliittymää omia havaitsemis- ja muistiresurssejaan vastaavaksi. Käyttöliittymästä voi tehdä mielenkiintoisemman esimerkiksi panostamalla riittävään värien käyttöön ja esteettiseen suunnitteluun visuaalisten käyttöliittymien kohdalla ja käyttämällä persoonallista ihmisääntä puhekkäyttöliittymissä. Käyttöliittymän personointia varten voidaan laatia valmiita teemoja tai personointi voidaan toteuttaa agentin avulla.
- Suunnitellaan komennot ja muu keskeinen informaatio siten, että se tukee sekä suoraa muistamista, että vihjeiden avulla tapahtuvaa opitun tiedon tunnistamista, jolloin käyttäjän ei edes tarvitse muistaa. Tuetaan episodista ja semanttista muisti-informaatiota. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi tarjoamalla riittävästi erilaisia tapoja tietyn toiminnon suorittamiseen.

Viiteluettelo

[Benway and Lane, 1998] Jan Panero Benway and David M. Lane, Banner blindness:

Web searchers often miss “obvious” links. *Internetworking: ITG Newsletter* **1.3**

(Dec. 1998). Available as

http://www.internetg.org/newsletter/dec98/banner_blindness.html.

[Boring, 2003] Ron Boring, Human computer interaction and cognitive science. Human

Oriented Technology Lab, Carleton University, 2003. Available as

<http://www.carleton.ca/hotlab/hottopics/Articles/HCIandCogSci.html>

[Chang et al., 2002] Dempsey Chang, Laurence Dooley and Juhani E. Tuovinen, Gestalt

theory in visual screen design – a new look at an old subject. In: *Seventh World Conference on Computers in Education* Int. Conference Proceeding Series Vol. 8, 5

– 12.

- [Ericsson and Walter, 1995] Anders K. Ericsson and Walter Kintsch, Long-term working memory. *Psychological review*, 102(2), 211-245. Also available as <http://www.ecs.soton.ac.uk/~harnad/Papers/Py104/ericsson.long.html>.
- [Hertzum and Jacobsen, 2001] Morten Hertzum and Niels E. Jacobsen, The evaluator effect: a chilling fact about usability evaluation methods. *International Journal of HCI*, Vol. 13, no. 4 (2001).
- [Jakob Nielsen, Ten usability heuristics, 1994]
http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- [Laine, 2004] Anne Laine, Hahmolait käytettävyyden parantajina. Jyväskylän yliopisto, Tietotekniikan laitos, Helmikuu 2004. Saatavana myös
<http://www.mit.jyu.fi/opiskelu/opinnayte/LuK/Hahmolait/>
- [Nielsen and Mack, 1994] Jacob Nielsen and Robert L. Mack, *Usability Inspection Methods*. Wiley & Sons, 1994.
- [Payne and Wenger, 1998] David G. Payne and Michael J. Wenger, *Cognitive Psychology*. Houghton-Mifflin, 1998.
- [Rensink, 2002] Ronald A. Rensink, Internal vs. external information in visual perception. In: *Symposium on Smart Graphics*, 63-70. Also available as <http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/sg2002-crv/10-Rensink.pdf>.
- [Rieman et al., 1995] John Rieman, Marita Franzke and David Redmiles, Usability evaluation with the cognitive walkthrough. CHI'95 Tutorial. Also available as http://www.acm.org/sigchi/chi95/Electronic/documnts/tutors/jr_bdy.htm
- [Wood, 2004] John Wood, Usability heuristics explained, January 18, 2004. Available as http://www.iqcontent.com/publications/features/article_32/.

CSS ja XHTML: Standardien soveltaminen verkkosivujen käytännön kehitystyössä

Markus Tammi

Tiivistelmä.

Tämä tutkimus käy läpi verkkosivujen standardien, XHTML-merkkaukielen ja CSS-tyylimäärityksien käyttöä ja erityisesti niiden käytön ongelmia. Tutkimus esittelee ensin lyhyesti, mitä näillä standardeilla tarkoitetaan, ja mitä etuja sekä haittoja niiden käytöstä on. Esittelyä seuraa hypoteesi, jonka mukaan verkkosivujen toteuttamiseen tarkoitetut standardit eivät käytännössä ole täysin tuettuja. Hypoteesi osoitetaan oikeaksi Web Standards nimisen ryhmän luomalla verkkosivulla, joka koostuu XHTML ja CSS standardien mukaisesta merkkauksesta, mutta joka näkyy eri tavalla tunnetuimmista verkkoselaimissa. Lisäksi selviää, että yksikään testatuista selaimista ei suoriudu sivun näyttämistä tarkoitetulla tavalla.

Hypoteesin todistamisen jälkeen käyn läpi aineistoa, kuten verkkosivujen lähdekoodeja ja verkkosivuja. Tavoitteena on löytää ja nimetä toimivia verkkosivujen koostamismenetelmiä ja tarkastella niiden eroja verkkostandardien hyötyjen valossa. Lopuksi pohdin näiden löydettyjen tapojen tulevaisuuksia yksi kerrallaan ja käyn läpi mahdollisia ratkaisukeinoja, jotka toimisivat käytettävien, standardeja tukevan, skaalautuvan ja saavutettavan verkkosivuston suunnittelun ohjenuorina.

Avainsanat ja -sanonnat: Tutkimuskurssi, CSS, HTML, XHTML, verkkostandardit

CR-luokat: A.2

1. Johdanto

Internetin käyttäjämäärien kasvaessa ja uusien teknologioiden kehittyessä myös yhteisten sääntöjen sopiminen ja olemassa olevien kehittäminen korostuvat. Verkkostandardit ovat internetin sääntökirja ja W3C (World Wide Web Consortium) valvoo niiden kehitystä sekä pyrkii toimillaan varmistamaan, että verkkosivustot saataisiin näkymään uusilla PDA- ja puhelinlaitteilla, että niiden sisältö olisi entistä paremmin kuvattu ja että jokaisella kansalaisella olisi pääsy tiedon valtaväylälle. [Schneider, et al., 2000]

Käytännössä selainten erilaisista tulkintatavoista ja verkkosivujen erilaisista toteutustavoista on seurannut verkkostandardien tietoista välttämistä, mikä

osaltaan on hidastanut alkuperäisten tavoitteiden, kuten skaalautuvuuden, saavutettavuuden ja semanttisen verkon toteutumista internetissä. Ongelmien kanssa taistelevat erityisesti pienemmän yritykset, joilla ei ole varaa toteuttaa omaa verkkosivustojaan erikseen jokaiselle selaintyypille ja laitteelle. Isompien yritysten taktiikaksi taas on vakiintunut usean sivuston tai ainakin tyyllisivun tekeminen sekä standardien kiertäminen monimutkaisilla, itse tehdyillä komponenteilla. Kummassakin tapauksessa ylimääräistä aikaa ja rahaa kuluu huomattavasti enemmän kuin tapauksessa, jossa voitaisiin tyydyttää yhdellä verkkosivustolla erilaisten käyttäjien tarpeet.

Tutkimuksen teoreettinen pohja on siis W3C:n luomissa standardeissa. XHTML ja CSS ovat verkkoselainten ja verkkosivujen kehittämisen ohjenuorat. Ideaalissa tilanteessa sivusto toteutetaan näiden standardien mukaan ja se toimii samalla tavalla jokaisessa (X)HTML-dokumenttia tulkitsevassa ohjelmassa ja on sisältönsä tarkan rakenteellisuuden ja kuvauksen takia helposti löydettävissä. Todellisuudessa verkkoselaimet kuitenkin tulkitsevat sivustoja eri tavalla ja pakottavat kehittäjät joko kiertämään standardeja tai olemaan käyttämättä niitä.

Tilanteen ymmärtämiseksi koin tarpeelliseksi tutkia toimivien sivujen lähdekoodeja, alan kirjallisuutta ja etsiä verkkosivujen toteuttajien käyttämiä menetelmiä tulkintaerojen kiertämiseksi. Myös rinnakkaisia menetelmiä verkkosivujen toteuttamiseksi kannattaa mielestäni tarkastella, sillä uudet, W3C:n ulkopuolella syntyneet tekniikat, kuten Macromedian Flash, ovat saavuttaneet suuren suosion.

2. Käsitteet ja niiden taustat

Tutkimuksen kannalta oleelliset käsitteet ja lyhenteet ovat verkkostandardeja ja niitä kehittävä organisaatio W3C.

HTML (Hyper Text Mark Up Language)

Laajalti käytetty merkkauskieli, joka lisää rakenteellisuuden tekstidokumentteihin. Selaimet tulkitsevat tämän merkkauksen ja esittävät sisällön tavallaan. Esimerkiksi visuaaliset selaimet näyttävät strong elementin (...) vahvennettuna tekstinä kun taas puheteknologiaa käyttävät selaimet tulkitsevat sen äänenpainoa vahvistamalla.

XML (eXtensible Mark up Language)

Kuvauskieli, jossa ei ole rajattua elementtikirjastoa, vaan ainoastaan tarkka syntaksi niiden luomiseen.

XHTML (eXtensible Hyper Text Mark up Language)

Kuvauskieli, joka käyttää XML-kielen syntaksia ja HTML-kielen elementtejä. Toisin sanoen se on validia XML kieltä ja tulkattavissa missä tahansa XML-selaimessa. Sen käyttö on perusteltua tapauksissa, joissa html-sivujen sisältöä halutaan tulkita muuallakin, kuin internet-selaimissa. Esimerkiksi monet matkapuhelimet sisältävät XHTML-selaimen.

CSS (Cascading Style Sheet)

Tyylimäärittelykieli, jota käytetään esimerkiksi HTML- ja XHTML-kielen yhteydessä esitysasun muokkaamiseen. CSS-tyyliä avulla voidaan helposti ulkoistaa dokumentin muotoilu ja erottaa se sisällöstä.

W3C (WWW Consortium)

Organisaatio, joka valvoo ja kehittää verkkostandardeja. W3C koostuu yli 450 teknologiayrityksestä. Organisaatio asettaa työryhmiä, jotka pyrkivät reagoimaan ja kehittämään standardeja, jotta ne tukisivat uusia teknologisia innovaatioita.

3. XHTML ja CSS-standardien soveltamisen edut

Verkkostandardien käyttämisestä seuraa useita etuja. Ensimmäinen ja tärkein syy siirtyä XHTML-merkkaukseen ja CSS-tyyliä käyttöön on tiedon sisällön ja ulkoasun erottaminen toisistaan. Tämä mahdollistaa tiedon käytön useassa eri kontekstissa, eikä rajaa sitä vain internet-selaimiin. Toiseksi verkkosivuston muunneltavuus on helpompi toteuttaa, kun ulkoasu voidaan vaihtaa vain tyylitiedostoa vaihtamalla. Samoin voidaan suhteellisen helposti toteuttaa käyttäjän toiveiden pohjalta räätälöitäviä teemoja verkkosivustoille.

Kolmanneksi, verkkostandardien käyttö takaa sivuston tyydyttävän saavutettavuuden. Esimerkiksi tekstipohjaiset selaimet ja apuvälineet, joita näkövammaiset käyttävät, ymmärtävät sivuston sisällön paremmin, kun se on XHTML-muodossa, eikä sisällä ulkoasumäärittäjiä tietosisällön seassa. Myös erilaiset sokeiden tekstistä-puheeksi-selaimet osaavat tulkita sisällön käyttäjälleen. Verkkostandardien käyttö yksinään ei tee täydellisen saavutettavaa sivustoa, vaan huomiota tulee kiinnittää myös muhin tekijöihin. Tällaisia ovat esimerkiksi multimedian kanssa rinnakkaisten teksti-sisältöjen tarjoaminen, sekä näppäimistön kautta ohjattava käyttöliittymä [WWW, 2005].

Neljänneksi hakukoneiden on helpompi indeksoida sivuja entistä tarkemmin. Puhutaan sivuston semanttisuuden paranemisesta. Muotoilun ja sisällön erotus sekä elementtien tarkoituksen mukainen käyttö lisää (X)HTML-merkkauksen jäsentyneisyyttä ja kykyä kuvata tietosisältöä ja sen rakennetta ilman ulkoasua. Esimerkiksi navigaation toteutuksessa suositaan listojen (/) käyttöä. Kun hakukone löytää listan linkkejä, sen on helppo päätellä että kyseessä on navigaatio. Semantiikan lisääminen internet-sivuihin mahdollistaa uudenlaisia verkkosivujen ja internetin käyttötapoja. Verkkostandardien oikeanlainen käyttö mahdollistaa semanttisen internetin kehityksessä mukana pysymisen. [Holzschlag, 2005]

Viidenneksi, tiedostojen koko pienenee ja sitä kautta verkkoliikenteen määrä vähenee. Digital-Web verkkolehti testasi asiaa rakentamalla samasta sivusta kaksi versiota. Toinen perustui hybridikoostamiseen ja toinen CSS-tyyliin käyttöön asemoinnissa. Taulukko 1 näyttää tutkimuksen tuloksen, joka osoittaa tiedostojen koon pienenemisen selvästi sekä kuvien vähenemisen alle puoleen. [Schmitt, 2002]

Ulkoasun tyyppi	HTML tiedoston koko	CSS tiedoston koko	HTML-taulukko-elementtien määrä	# tyhjiä GIF-kuvien (spacers) määrä	# kuvien määrä
HTML-pohjainen asemointi	20k	1.8k	8	35	56
CSS-pohjainen asemointi	12k	7.6k	0	0	25

Taulukko 1 HTML- ja CSS-muotoiltujen sivujen vertailua

4. Verkkostandardien soveltamisen ongelmat

Verkkostandardien ja erityisesti XHTML ja CSS-tyyliin soveltamisen ongelmat liittyvät verkkoselainten puutteellisesti toteutettuihin standardeihin ja verkkosivuntekijöiden ennakkoluuloihin.

4.1. Verkkoselaimet tukevat puutteellisesti verkkostandardeja

Jokainen uusi verkkoselain mainostaa tukevansa useita eri W3C standardeja. Käytännössä kuitenkin edes sivun muotoiluun tarkoitettu CSS-tyylimäärittelykieli ei ole täydellisesti tuettu. Itse asiassa, vaikka toteuttaisi verkkosivun 10 vuotta vanhan HTML3.2-standardin mukaan, ei välttämättä selviäisi kunnialla, sillä vanhimmatkaan standardien versiot eivät ole täydellisesti tuettu [Zeldman, 2003, s.296].

Web Standards organisaatio on rakentanut CSS1-standardin mukaisen sivun, jota voi käyttää väitteen todeksi osoittamiseen. Sivun nimi on ACID2 ja se on tehty HTML-kielellä sekä CSS-tyylimäärittelyillä ja PNG-kuvilla. Internetin tyypillisimmät selaimet, kuten Internet Explorer (versiot 5-6), Netscape (versiot 4-7), Opera (versio 8) ja Mozilla Firefox kaikki tulkitsevat sivua eri tavoin, eikä yksikään niistä pystynyt näyttämään sivustoa oikein, alkuperäisesti tarkoitettulla tavalla [Liite 7]. Alla oleva kuva 1 on referenssikuva siitä, miten sivun tulisi näkyä. Kuva 2 näyttää miten tämän hetken suosituin internet-selain, Internet Explorer 6 toteuttaa ACID2-sivu.



Kuva 1 ACID2-testisivun referenssikuva



Kuva 2 Internet Explorer 6.0 ja ACID2-testisivu

ACID2-testisivu todistaa sen ikävän tosiasian, että edes perusverkkostandardit, kuten CSS1 ja HTML4.01 eivät ole täysin tuettu nykyisissäkään selaimissa.

4.2. Verkkosivujen tekijät jakautuvat kahteen leiriin

Visuaalisuuden korostuminen verkkosivun tekijöiden keskuudessa hidasti pitkään standardien käyttöönottoa. Graafisen koulutuksen saaneet ihmiset eivät arvostaneet saavutettavuutta tai standardien käyttöä itsessään. Heille ilmaisun vapaus oli ensisijaista. Tekniikkaorientoituneiden ja graafisten suunnittelijoiden lähestyminen onkin ollut merkittävä haaste standardien käytön lisääntymisessä. [Reagan, 2005, s.2]

Esimerkkejä kehityksestä tähän suuntaan on jo olemassa ja verkosta löytyy muutamia standardien mukaisia sekä yleisilmeeltään tyylikkäitä sivustoja, jotka toimivat kannustimina myös visuaalisesti orientoituneille suunnittelijoille. Ensimmäisiä tähän kehitykseen vaikuttaneista sivustoista on www.csszengarden.com [Zen Garden, 2005]. Sivusto perustuu yhteen HTML ja CSS-pohjaiseen sivustoon, jonka ulkoasusta jokainen sivulla vierailija voi tehdä omia, uusia versioita. Tämä onnistuu toteuttamalla oma CSS-tyylimääritys ja lähettämällä se kuvien kera sivustolle.

Csszengarden.comin kaltaiset sivut luovat kehittäjäyhteisöjä, jotka jakavat tietoutta keskenään ja toimivat standardien käytön puolestapuhujina, unohtamatta ajanmukaista ulkoista ilmettä. Jatkoa CSS Zen Gardenille tuli toukokuun 1. päivänä 2005, kun CSS-yhteisö julkaisi sivuston CSS Reboot [CSS Reboot, 2005], jonka sisälle koottiin 400 verkkosivujen tekijän uusin, CSS-tyylejä käyttävän kotisivun linkki ja kuvakaappaus.

Osa verkkosivuntekijöistä vaivaavat myös huonot kokemukset menneisyydestä. Ne kehittäjät, jotka rakensivat sivuja 1990-luvun lopulla, saivat painia vielä enemmän yhteensopivuusongelmien kanssa. Siinä kontekstissa on aivan luontevaa alkaa asemoimaan sivuja kuvilla ja taulukkoelementeillä. Oikeastaan ne olivat ainoat keinot toteuttaa tyylikkäitä sivuja. Voikin todeta Zeldmanin tavoin, että huonot selaimet johtavat huonoihin käytäntöihin [Zeldman, 2003, s.84]. Näitä edelleen alalla olevia verkkosivuntekijöitä on hankala saada siirtymään uusiin käytäntöihin, koska yhteensopivuusongelmia on edelleenkin, vaikka selainten tarjoama tuki verkkostandardeille on parantunut [Zeldman, 2003, s.97].

5. Verkkosivujen kehittäminen käytännössä

Verkkosivuja kehittävät ammattilaiset eivät kiistä standardien käytöstä seuraavia hyötyjä. Kuitenkin käytännössä niiden käyttäminen ei ole ongelmatonta jo aikaisemmin mainittujen syiden, kuten verkkoselainten puutteellisen tuen johdosta. Verkkosivujen kehittäminen vuonna 2005 voidaan jakaa kolmeen eri toteutustapaan.

CSS-tyyliä käytön hankaluuden takia verkkosivuja taitetaan edelleenkin pitkälle kuvien sekä taulukko-elementtien (<table>) avulla. CSS-tyylejä käytetään lähinnä tekstin tyyliin ja väriin. Tällainen hybridikoostaminen on kompromissi, jonkinlainen välivaihe, josta moni sivuston kehittäjä mielellään liikkuisi eteenpäin. Hybridikoostaminen on yhdistelmä standardien mukaista merkkausta, CSS-tyylejä ja (X)HTML-elementeillä muotoilua. Hybridikoostaminen ei täysin toteuta ajatusta muotoilun ja sisällön erottamisesta, vaan (X)HTML-elementtejä, kuten taulukko-elementtejä käytetään sivuston ulkoasun asemoimiseen. Hybridikoostaminen voi kuitenkin olla yhteensopivaa standardien kanssa.

Syy hybridikoostamiseen ja taulukoilla asemoimiseen on myös parempi yhteensopivuus vanhojen selainten, kuten Internet Explorer ja Netscape 4.x versioiden kanssa. Myös CSS-aseoinnin vaikeus saa toiset kehittäjät pitäytymään taulukoilla aseoinnissa [Zeldmann, 2003, s.181]. Tunnetut verkkosivujen WSIWYG-editorit luovat hybridi-ulkoasuja.

Toinen tapa toteuttaa verkkosivuja on käyttää CSS-tyylejä sivun muotoilussa ja myös siis sivun aseoinnissa. Tässä tapauksessa joutuu yleensä käyttämään kiertokoodia, jotta vältetään sivun rikkoutuminen tietyissä – standardia puutteellisesti tukevilla – selaimissa. Kiertokoodi on suomennos englannin kielisestä sanasta hack, joka tarkoittaa lyhyttä koodia, jolla kierretään tai muokataan ohjelman suoritusta. CSS-tyyliä kohdalla kiertokoodi tarkoittaa koodia, jolla kierretään CSS-tyyliä tulkkausprosessia. Kiertokoodia käytetään CSS-tyyleissä, kun halutaan välttää - jossakin tietyssä selaimessa olevaa - CSS-standardin tulkintavirhettä, joka rikkoisi sivun ulkoasua. Tulkintavirheitä syntyy selainten puutteellisen testauksen ja liian nopeiden julkaisuaikataulujen vuoksi. Internetistä löytyy useita lähteitä ja listauksia erilaisista kiertokoodista. Esimerkkejä kiertokoodista ja niiden vaikutuksista eri selaimissa on esitelty liitteessä 6.

Kolmanneksi tavaksi on verkkosivujen kehittäjien keskuudessa noussut Macromedian Flash. Flash-sovelluksia tulkitaan selainlaajenuksen avulla ja se tekee Flashistä myös osin ympäristöstään riippumattoman. Myös Flashin eri versiot ovat keskenään yhteensopivia vain suhteessa vanhempiin versioihin eli

jos sovellus on tehty uusimmalla versiolla, se ei välttämättä toimi vanhemmissa selainlaajennuksissa.

5.1. HTML sisällössä ja asemoinnissa, CSS typografiassa: hybridikoostaminen

Tyypillinen esimerkki hybridikoostamisesta on taulukko-elementin (<table>) käyttö sivuston ulkoasun taittamisessa. Esimerkiksi Photoshop-ohjelman slice-tekniikka käyttää taulukko-elementtiä sivuston ulkoasun taittamiseen. Slice-tekniikassa kuva jaetaan ohjelmassa osiin, jonka jälkeen ohjelma tekee taulukko-elementtejä – tehdyn osituksen pohjalta – ja sijoittaa kuvan palaset taulukon soluihin. Taulukon loppuun sijoitetaan vielä rivi läpinäkyviä gif-kuvia, joilla asemoidaan taulukko yhteen ja tiettyyn kokoon sekä tyyliin. Tekniikan käytöstä seuraa usein sivustojen huono skaalautuvuus ja saavutettavuus, sillä esimerkiksi navigaatio jää kuviksi, mikä ei mahdollista navigaatiotekstin koon tai tyylin muokkaamista.

CASE 1: www.nokia.fi/

Nokian verkkosivuilla on käytetty CSS-tyylejä typografian ja taustavärien määrittämiseen, mutta lähdekoodista löytyy myös muotoiluun käytettäviä elementtejä ja taulukko-elementtiä on käytetty sivuston asemointiin. Tämä paljastuu body-elementin ensimmäiseltä riviltä, missä taulukko-elementin pituudeksi määritetään 100 prosenttia, eli koko selainikkunan leveys (<table width="100%">). Muu sisältö laitetaan tämän taulukon soluihin. [Liite 1]. Myös tyylisivu viestii hybridikoostamisesta, sillä tyylimäärittelyt ulottuvat lähinnä typografiaan ja väreihin [Liite 2].

Menetelmä on oiva esimerkki hybridikoostamisesta, jossa sekoitetaan tyylisivuja ja HTML-muotoilua. Hybridikoostaminen on lyhyen tutkailun perusteella yleisimmin käytetty menetelmä. Väitettä tukee se, että verkkosivujen tekemisessä paljon käytetyt ohjelmat, kuten Photoshop, Dreamweaver ja Front Page käyttävät tätä tekniikkaa sivuston asetteluun. Vasta uusimmassa Dreamweaverissa on mahdollista osin asemoida sivuja CSS-tyylejä käyttäen.

5.2. XHTML sisällössä ja CSS-tyylit sivun asemoinnissa kiertokoodien avulla

Vaikka sivustojen kehittäminen standardien pohjalta onkin työlästä, useat kehittäjät haluavat uskoa ja ymmärtävät niiden tarpeellisuuden. Heidän joukossaan on kehitetty menetelmiä - kiertokoodeja - joiden avulla voidaan kiertää selainkohtaisia CSS-tyyliin tulkintaan liittyviä ongelmia. Näiden

kiertokoodien avulla voidaan sivustossa toteuttaa lähes täydellinen sisällön ja ulkoasun erotus, puhtaasti standardeja noudattaen. Tästä seuraa, että samaisen sisällön katseleminen onnistuu myös esimerkiksi PDA-laitteella.

Kuuluisin esimerkki kiertokoodista on Tantek Çelikin Box Model Hack, joka harhauttaa Microsoft Internet Explorerin 5.x versioiden CSS-tulkkiä. Ongelma 5.x sarjan selaimissa on "CSS Box Model" nimisen määrittelyn vääränlainen toteutus. [Çelik, 2005]

Kiertokoodien käyttäminen ei ole ongelmaton, sillä niiden määrä tuntuu jatkuvasti kasvavan ja jossain vaiheessa, uusien selainten vaatiessa taas uusia kiertokoodeja, voi kysymys standardien oikeanlaisen soveltamisen mielekkyydestä aiheuttaa jopa palaamista hybridikoostamiseen. Kiertokoodien hallintaan pyritään tarjoamaan keinoja, joista tärkeimmät ovat niiden toiminnan tarkka tunteminen ja hyvä kommentointi [Bowman, 2004].

CASE 2: www.wired.com

Wired-lehden verkkosivun tekijät halusivat erottaa sisällön muotoilusta ja siirtyä CSS-tyyliin käyttöön asemoinnissa. Sivuston nykyinen versio on toteutettu XHTML-merkkauksella ja CSS-tyylimäärittelyillä. Lähdekoodista näkyy, ettei HTML-merkkauksesta löydy juurikaan muotoiluelementtejä. Lisäksi sivusto käyttää taulukko-elementtiä oikein – soludatan esittämiseen – eikä sivuston ulkoasun asemointiin [Liite 3]. Myös tyylimäärittely viestii CSS-asetuksista, sillä sieltä löytyy useita position-määreitä ja kiertokoodeja [Liite 4].

5.3. Flash sisällössä ja asemoinnissa

Kolmas yleisesti käytetty ja kiistelty tapa on toteuttaa verkkosivuja käyttämällä Macromedian Flash-sovellusta ja Active Script-kieltä. Flash rajoittaa – esitellyistä tavoista – vähiten audiovisuaalisen ilmaisun vapautta, eikä Flash-pohjaisissa sovelluksissa tarvitse miettiä standardien yhteensopivuusongelmia. Flash vaatii toimiakseen selainlaajennuksen (plug-in), joka toistaa sovelluksen ilman ympäristöstä riippumatta. Toisaalta Flashin käyttö rajaa käyttäjäkunnan Flash-laajennuksen omaaviin.

Kritiikkiä Flash on saanut dynaamisten, laajempien sivustojen toiminnallisuuden vaativasta ja aikaa vievästä toteuttamisesta. Sitä ei pidetä myöskään sopivana uutis-, portaali-, yhteisö-, julkishallinto-, lehti-, hakemisto- ja kauppapaikkasivustoille [Zeldman, 2003, 96]. Lisäksi Flashin kehitysympäristö on maksullinen, kun taas HTML-merkkausta ja CSS-tyylejä voi kirjoittaa millä tahansa tekstieditorilla. Myös ilmaisia graafisia ja helpokäyttöisiä HTML-kehitysympäristöjä on tarjolla lukuisia.

Flashin suosio on suuri mainostoimistojen tekemissä sivustoissa ja varsinkin nuorisolle suunnatuissa verkkopalveluissa. Dynaamisten sivujen tekemistä Flashillä on pyritty helpottamaan viime aikoina ja XML-tuki sekä PHP-scriptikielen käyttö Flashin sisällä mahdollistavat periaatteessa suurienkin sivustojen toteuttamisen Flashillä.

CASE 3: www.diesel.com

Suosittu nuorisovaatteiden valmistaja, jonka sivusto on toteutettu Flash-ympäristöön.

Tyypillinen, paljon liikkuvaa kuvaa ja ääntä käyttävä multimediasovellus. Näyttävää jälkeä, jolla vedotaan nuoreen, tietokonepelimaailmaan tottuneisiin käyttäjiin. Multimedia vahvistaa yhtiön pyrkimystä luoda itsestään vahva mielikuva.

Sivuston lähdekoodi edustaa myös tyypillistä Flash-sivua. HTML-määrittely on puutteellista ja jopa HTML-versiotiedot puuttuvat. Tästä seuraa että sivu ei ole validia HTML-merkkausta, mikä on hieman omituista, kun kyseessä on kuitenkin tunnettu sivusto ja Flash-sovelluksen tekeminen tällä tasolla maksaa todella paljon. Luulisi sillä hinnalla saavan myös validia HTML-merkkausta. Flash-sovellus on myös asemoitu koko näytön levyisellä taulukkoelementillä [Liite 5].

6. XHTML- ja CSS-standardin käytön tulevaisuus

Tutkimuksen aikana selvisi verkkosivujen standardien mukaisen kehittämisen vaikeus. Käytännön kokeilut ja isojen sivustojen CSS-määrittelyiden tutkiminen paljasti, että vielä ollaan kaukana standardien käytön helppoudesta. Onkin ymmärrettävää, miksi edelleen käytetään hybridi-koostamista ja Flashiä sekä vältetään osin tietoisesti CSS-standardin käyttöä sivustojen taitossa.

Jos verkkosivujen tekijä haluaa tukea standardien kehittymistä, niin hänen tulisi käyttää uusia tekniikoita, kuten CSS-tyylejä - jotka tukevat sisällön ja muotoilun erottamista - ja etsiä näiden tekniikoiden sisällä kiertokeinoja yksittäisiin ongelmiin selainten tulkintatavoissa. Tekniikka on hieman työläs, mutta sen takaa yhteensopivuuden uusien standardien kanssa sekä turvaa sivuston toimivuuden tulevaisuudessa.

Jos verkkosivujen tekijä haluaa enemmän graafisen ilmaisun vapautta ja nopeaa ratkaisua, joka toimii toistaiseksi, on tavaksi muodostunut hybridikoostaminen edelleen varteenotettava vaihtoehto. Tätä tapaa suosivat myös useat WSIWYG-

editorit, kuten Macromedian Dreamweaver ja Microsoftin Frontpage sekä Adobe Photoshopin slice-tekniikka. Hybridikoostaminen sopii myös sivustoille, joiden täytyy toimia myös vanhoissa Netscape ja Internet Explorer selaimissa. Tällainen tilanne saattaisi olla esimerkiksi kehitysmaihin suunnatuilla verkkosivuilla, joita katsotaan vanhoilla, uusien selainten pyörittämiseen soveltumattomilla koneilla.

Kolmas tapa sivuston tekemiseen on Macromedian Flash ja Active Script-kieli. Flash ja vektorigrafiikka yleensäkin tulee olemaan mukana vielä pitkään ja verkkoyhteyksien nopeutuessa sen suosio rajattujen aihepiirien – kuten kaupallisen alan ja nuorille suunnattujen sivustojen – sisällä tulee kasvamaan. Flash ja vektorigrafiikka takaavat varmasti myös tulevaisuudessa parhaan audiovisuaalisen ilmaisun vapauden, eikä standardeilla ja yhteensopivuusongelmilla tarvitse silloin vaivata päätään.

Viimeaikaisen kehityksen pohjalta uskoisin kuitenkin, että verkkosivujen standardien noudattaminen käytännön kehitystyössä tulee olemaan suosituin tapa koostaa sivuja. Jo nähdyt CSS-tyylienkin ympärille syntyneet yhteisöt ja heidän rohkaisevat esimerkit, kuten CSS Reboot, tulevat lisääntymään. Samalla käytännön tekemisen kautta syntynee toimivia ohjenuoria, jotka johdattavat uusia suunnittelijoita verkkostandardien käytön maailmaan ja yksinkertaistavat verkkosivujen koostamista. Myös valmiita sivupohjia (template) tulee saataville entistä enemmän. Toivon myös, että ACID2-tyylisten testien saama huomio pakottaa selainvalmistajat testaamaan selaimiaan enemmän ennen niiden julkaisua, yhteensopivuuden lisäämiseksi.

Viimeisenä haasteena on vielä standardien kehittäminen maltillisesti, helposti muunneltavaan ja päivitettävään muotoon. Kehitystyö on jo käynnissä ja CSS3-version suurin muutos tulee olemaan tyylimäärityksen modulaarinen rakenne, jolloin standardia voi helposti päivittää uusien vaatimusten syntyessä [Mayer, 2005].

Nykyaikaiset verkkosivut ovat aivan liian monen työtunnin tulosta ja silti niiden toimivuudesta tulevaisuudessa ei ole täyttä varmuutta, mistä johtuen useita päivityksiä lienee tulossa. Isot yritykset käyttävät kymmeniä tuhansia euroja muutaman vuoden välein sivustojensa uusimiseen. Monet näistä päivityksistä olisi vältettävissä jos selaimet ja kehittäjät tukisivat paremmin verkkostandardeja.

7. Yhteenveto

(X)HTML ja CSS verkkostandardien soveltaminen verkkosivujen käytännön kehitystyössä on mielenkiintoinen esimerkki teorian ja käytännön kohtaamisen

hankaluudesta. Verkkostandardit itsessään ovat yksinkertaisia ja toimivia, mutta niiden toteuttaminen käytännössä on vähintäänkin puutteellista.

Tutkimus lähti tärkeimpien verkkostandardien ja niitä kehittävän tahon määrittelystä, eteni hypoteesin ”verkkoselaimet eivät tue verkkostandardeja” esittämiseen ja sen todistamiseen, Web Standards organisaation ACID2-testisivun avulla. Tämän jälkeen tutkittiin kolme eri tavoin toteutettua verkkosivua (www.nokia.fi, www.wired.com ja www.diesel.com) ja nimettiin niiden pohjalta kolme menetelmää koostaa verkkosivuja (hybridikoostaminen, CSS-asemointi kiertokoodien avulla ja Flash). Lopuksi pohdittiin näiden tapojen tulevaisuutta ja päädyttiin lopputulokseen, jonka mukaan verkkostandardien oikeaoppinen käyttäminen on tällä hetkellä suositeltavin, pisimmälle tulevaisuuteen ulottuva, joskin työläs tapa toteuttaa verkkosivustoja.

Viiteluettelo

KIRJAT

[Zeldman, 2003] Jeffrey Zeldman, *Designing With Web Standards*. New Riders, 2003, ISBN: 0-7357-1201-8. Merkittävä kirja verkkosivujen suunnittelijoille. Kirja lähestyy verkkostandardeja ja niiden käyttöä useasta eri näkökulmasta. Kirja toimii pohjana hybridikoostamisen ja verkkostandardien käytön maailmaan.

[Schneider, Libicki, Slomovic, 2000] James Schneider, Martin Libicki, Anna Slomovic, *Scaffolding the New Web: Standards & Standards Policy for the Digital Economy*, ISBN: 0-8330-2858-8

VERKKOLÄHTEET

[Schmitt, 2002] Christopher Schmitt, *Web Page Reconstruction with CSS*, *Digital Web Magazine*, 2002, http://www.digital-web.com/articles/web_page_reconstruction_with_css/

[Reagan,2005] Bob Regan, *Accessibility and Design: A Failure of the Imagination*. ACM, <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=990663&coll=portal&dl=ACM&CFID=7204352&CFTOKEN=54995733> (22.2.2005).

Artikkeli saavutettavuudesta, joka esittelee taustoja verkkosivujen suunnittelussa esiintyviin ongelmiin. Keskeinen idea on että graafisen suunnittelun kautta verkkosivujen tekijöiksi ajautuneet eivät kiinnitä

tarpeeksi huomiota standardeihin, koska esimerkkejä tyylikkäistä standardeja noudattavista sivustoista on liian vähän.

[WWW, 2005] Web Content Accessibility Guidelines 2.0.
<http://www.w3.org/TR/WCAG20/> (22.2.2005).

W3C:n ohjenuorat saavutettavan verkkosivun tekemiseen. Kiinnostavaa ohjeistuksessa on se, ettei sen avulla vielä pysty toteuttamaan toimivia sivuja, sillä jotta sivusto skaalautuisi kaikille verkkoselaimille, tulee käyttää epävirallisia kiertotapoja ja toteuttaa esimerkiksi useita CSS-määrittelyitä.

[Çelik, 2005] Tantek Çelik, Box Model Hack.

<http://tantek.com/CSS/Examples/boxmodelhack.HTML> (22.2.2005).

Box Model Hack on 1. tunnettu kiertokoodi, jolla Internet Explorer 5 sarjan selaimelle annetaan eri CSS-määrittely kuin muille selaimille. Koodin luoja, Tantek on mm. mukana kehittämässä CSS3 standardia

[Bowman, 2004] Douglas Bowman, Strategies for Long-Term CSS Hack Management.

<http://www.informit.com/articles/article.asp?p=170511&rl=1> (22.2.2005).

Koska CSS muotoilua tulkitaan eritavalla eri selaimissa ja koska kiertokeinoja on useita, niin CSS-määrittelystä tulee helposti sotkuinen ja hankalasti hahmoitettava. Artikkelin pyrkii tuomaan selkeyttä ja ohjeita selkeyttämiseen. Kirjoittaja on arvostettu verkkosivujen suunnittelija, joka on ollut mukana toteuttamassa mm. Wired-lehden uutta, CSS:llä taitettua sivustoa.

[Holzschlag, 2005] Molly Holzschlag, The Meaning of Semantics.

<http://www.informit.com/articles/article.asp?p=369225> (22.2.2005).

Semanttinen web edellyttää standardeja noudattavaa verkkosivujen suunnittelua. Ohjenuoriin kuuluu myös vinkkejä metatiedon lisäämisestä ja sivuston elementtien strukturoinnista.

[Mayer, 2005] Eric Mayer, Introduction to CSS3.

<http://www.w3.org/TR/2001/WD-CSS3-roadmap-20010523/> (22.2.2005).

Eric Mayer on ollut CSS:n kehityksessä mukana alusta asti. Artikkelin kuvaa tulevan CSS3-standardin tavoitteita ja visioita.

[Zen Garden,2005] CSS Zen Garden.

<http://CSSzengarden.com> (22.2.2005).

Verkkosivu, joka pyrkii innostamaan graafisia suunnittelijoita standardien käyttämiseen. Sivusto toimii galleriana ja kävijä voi rakentaa oman CSS-määrittelyn ja päästä osaksi galleriaa.

[CSS Reboot,2005] CSS Reboot, 400 CSS-tyyleillä asemoitua verkkosivua.

www.cssreboot.com, (22.4.2005).

[Wired, 2005] Wired-lehden verkkosivusto.

www.wired.com (22.2.2005).

Myös suuria kaupallisia sivustoja on siirtynyt käyttämään CSS-aseointia. Lähdekoodi tarjoaa esimerkin CSS-aseoinnista.

[Web Standards, 2005] Web Standards Organisation 2005, ACID2.

<http://www.webstandards.org/act/acid2/test.html>, (22.4.2005).

Liitteet

Liite 1

Nokian verkkosivuston etusivun lähdekoodia (XHTML)

//Body-elementin määrittelyn jälkeen alkaa taulukko-elementti, johon

//sivu asemoidaan

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0 Transitional//EN">
<html>
<head>
<!--startindex-->
<title>
Nokia Suomi
</title>
<meta name="modified" content="2005-05-23T10:27:03+02">
<!--stopindex-->

<link href="/css/style.css" rel="stylesheet" type="text/css">

<script language="JavaScript" type="text/javascript"
src="/js/scripts.js"></script>

</head>

<body topmargin="0" leftmargin="0" marginheight="0" marginwidth="0"
bgcolor="#FFFFFF" text="#000000" link="#0033CC" alink="#0033CC"
vlink="#0033CC">

<table border="0" width="100%" cellspacing="0" cellpadding="0">
```

Liite 2

Nokian verkkosivuston tyylimäärittelyä (CSS) <http://www.nokia.fi/css/style.css>
//tyylimäärittelystä näkee kuinka muotoilu kohdistuu vain fontteihin
//ja väreihin. <http://www.nokia.fi/css/style.css>

```
body {
    font-size: 11px;
    font-family: Arial, Helvetica;
    font-weight: normal;
    font-style: normal;
    color: #000000;
}

td {
    font-size: 11px;
    font-family: Arial, Helvetica;
    font-weight: normal;
    font-style: normal;
    color: #000000;
}

small {
    font-size: 11px;
    font-family: Arial, Helvetica;
    font-weight: normal;
    font-style: normal;
    color: #000000;
}

b {
    font-size: 11px;
    font-family: Arial, Helvetica;
    font-weight: bold;
    font-style: normal;
    color: #000000;
}

.largebody {
    font-size: 12px;
    font-weight: normal;
    font-style: normal;
}

.largebodyhigh {
    font-size: 12px;
    font-weight: bold;
    font-style: normal;
}

.heading {
    font-size: 16px;
    font-family: Arial, Helvetica;
    font-weight: bold;
    font-style: normal;
    color: #000000;
}

.pageheader {
    font-size: 20px;
    font-family: Arial, Helvetica;
    font-weight: bold;
    font-style: normal;
    color: #000000;}
```

Liite 3

Wired-verkkosivuston etusivun lähdekoodia (XHTML) [//body-elementin jälkeen ei tule taulukoita, vaan ainoastaan](http://www.wired.com//body-elementin_jälkeen_ei_tule_taulukoita_vaan_ainoastaan)
[//p- ja nimettyjä div-elementtejä, jotka kätkevät muut elementit](http://p-ja_nimettyja_div-elementteja_jotka_katkevät_muut_elementit)
[//sisäänsä](http://sisäänsä)

```
<body id="LMR" onload="setStyle();" >

<p class="standardsNote">
<strong>Note:</strong> You are reading this message either because you can not
see our css files (served from Akamai for performance reasons), or because you
do not have a standards-compliant browser. Read our <a
href="http://www.wired.com/news/explanation.html">design notes</a> for
details.
</p>

<div class="skiplinks"><strong>Welcome to Wired News.</strong> Skip directly
to: <a href="#search">Search Box</a>, <a href="#nav">Section Navigation</a>,
<a href="#content">Content</a>.</div><p class="none"></p>

<!-- BEGIN Logo and Search -->
<div id="hdr">
<form id="wnsearch" action="http://r.wired.com/search">
<div id="hdrLeft">
<div id="hdrLogo"><a href="/"></a></div>
<p class="none"></p>
<div id="hdrSch">
<span class="schLabel"><a name="search"
class="skiplinks"></a><strong>Search:</strong></span><br />
<select size="1" name="url">
<option value="http://search.wired.com/wnews/default.asp?query=">Wired
News</option>
<option value="http://wireservice.wired.com/wired/search.asp?query=">Wire
service news & photos</option>
<option value="http://search.wired.com/wired/default.asp?query=">Wired
Magazine</option>
<option value="http://www.hotbot.com/?query=">HotBot (the Web)</option>
</select>
<input type="text" size="20" name="query" value="" class="sb" />
<input type="submit" value="Search" class="schbtn"/>
</div>
</div>
</form>
</div>
<!-- END Logo and Search -->
```

Liite 4

Wired-verkkosivuston

tyylimäärittelyä

(CSS,

<http://a1112.g.akamai.net/7/1112/492/2002091473/www.wired.com/news/v/20020914/css/wnScreenBase.css>

```
/* määrittelystä löytää kiertokooodeja sekä elementtien asemointia */
body {
  margin:0;
  padding:0;
  height:100%;
  background:#fff url("../images/cs0/bg_left.gif") repeat-y;
  color:#000;
  font:x-small Verdana,Sans-serif;
  voice-family: "\"}\""; voice-family:inherit;
  font-size:small;
}
html>body {font-size:small;}
.negBG {
  background-color:#000;
  color:#ccc;
}
p {
  margin:0 0 1em 0;
}
form {
  margin:0;
  padding:0;
}
dl, ul, ol {
  margin-top:0;
  margin-bottom:0;
}
li {
  margin:0 0 5px 5px;
  list-style-position:outside;
}
input, select, textarea {
  font:100% Verdana,Sans-serif;
}
textarea {
  line-height:140%;
}
.negBG input, .negBG select {
  font-size:100%;
}

/* Formatting Structure */
/* ----- */
#wrap {
  position:relative;
  margin:15px 0 0 14px;
  width:98%;
  max-width:1000px;
}
.storyPg #wrap {
  max-width:850px;
}
#subwrap {
  position:relative;
}
```

Liite 5

Diesel-vaatemerkin verkkosivuston etusivun lähdekoodi (HTML)

<http://www.diesel.com/>

```
<html>
<!--
      2005, Diesel S.p.A
-->
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1" />
<title>DIESEL</title>
<style type="text/css">
<!--
body {
    background-image: url(homepage_05/images/bg_pagina.jpg);
    margin-left: 0px;
    margin-top: 0px;
    margin-right: 0px;
    margin-bottom: 0px;
}
-->
</style>
</head>
<body bgcolor="#ffffff">

<center>
<table height="100%">
<tr><td valign="middle">
<object classid="clsid:d27cdb6e-ae6d-11cf-96b8-444553540000"
codebase="http://fpdownload.macromedia.com/pub/shockwave/cabs/flash/swflash.ca
b#version=6,0,0,0" width="934" height="701" id="main" align="middle">
<param name="allowScriptAccess" value="sameDomain" />
<param name="movie" value="homepage_05/main.swf" />
<param name="loop" value="false" />
<param name="menu" value="false" />
<param name="quality" value="high" />
<param name="scale" value="exactfit" />
<param name="wmode" value="transparent" />
<param name="bgcolor" value="#ffffff" />
<embed src="homepage_05/main.swf" loop="false" menu="false" quality="high"
scale="exactfit" wmode="transparent" bgcolor="#ffffff" width="934"
height="701" name="main" align="middle" allowScriptAccess="sameDomain"
type="application/x-shockwave-flash"
pluginspage="http://www.macromedia.com/go/getflashplayer" />
</object>
</td></tr></table></center></body></html>
```


Liite 6

Esimerkkitaulukko kiertokoodeista ja niiden toimivuudesta eri selaimissa
http://centricle.com/ref/css/filters/?highlight_columns=true

Will the browser apply the rule(s)?

See individual test pages for notes.

	Windows								Mac OS X								Macintosh				Other					
	IE	Mz	Ns	Op	IE	Mz	Ns	Op	iC	IE	Mz	Ns	Om	Op	IE	Mz	Ns	Op	Ko							
	6	5	4	1	7	6	4	7	6	5	2	5	1	7	6	4	6	5	4	1	7	6	4	6	5	3
voice-family:"\")\""; voice-family:inherit; property:value;	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
p\roperty:value;	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	N	N	N		
/*/*/property:value; /* */	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
/*/*/*/*property:value; /* */	N	N	N	N	N	N	Y	N	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	Y	N	Y	N		
div#test	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
head:first-child+body div	N	N	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y		
body>div	N	N	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
html[xmlns] div	N	N	N	Y	Y	N	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
@import 'styles.css'	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
@import "styles.css"	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
@import url(styles.css)	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
@import url('styles.css')	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
@import url("styles.css")	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
@import "null?)"{"; @import "styles.css";	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y		
@media all{/* rules */}	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y		
<link media="all">	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y		
<link media="All">	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
* html div	Y	Y	?	N	N	N	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	Y	?	N	N	N	?	?	?	?		
i{content:"\"/}*" div(property:value)	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N		
/* */ div(property:value) /* */	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
html*#test	Y	N	N	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	?	Y	N	
	6	5	4	1	7	6	4	7	6	5	2	5	1	7	6	4	6	5	4	1	7	6	4	6	5	3
	IE	Mz	Ns	Op	IE	Mz	Ns	Om	Op	IE	Mz	Ns	Op	IE	Mz	Ns	Op	Ko								
	Windows								Mac OS X								Macintosh				Other					

Liite 7

ACID2 testin kuvakaappaukset

Referenssisivu, joka näyttää miltä ACID2 testisivu oikein tulkituttuna näyttää



Hello World!



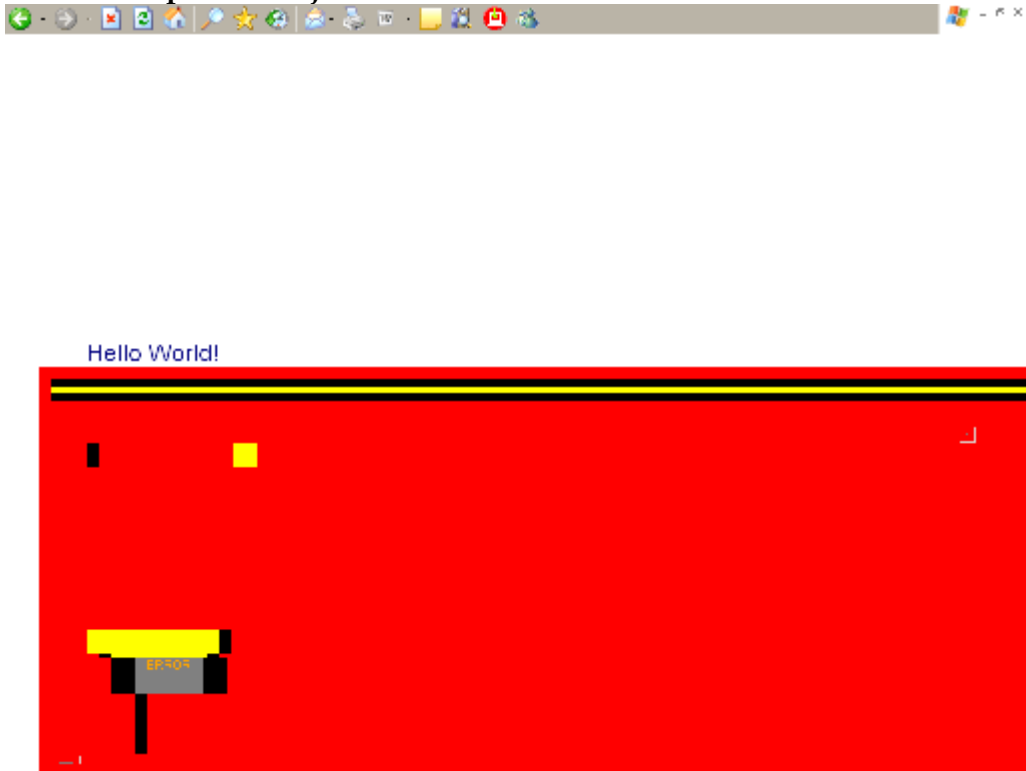
Firefox 1.0.4 ja ACID2 testisivu



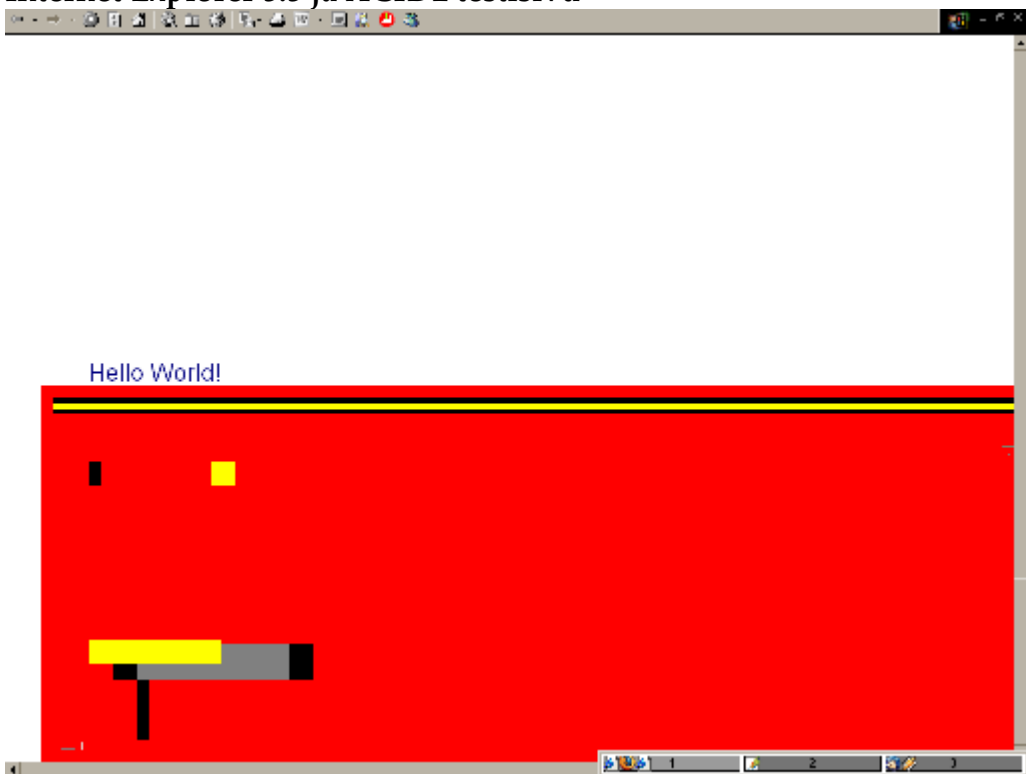
Hello World!



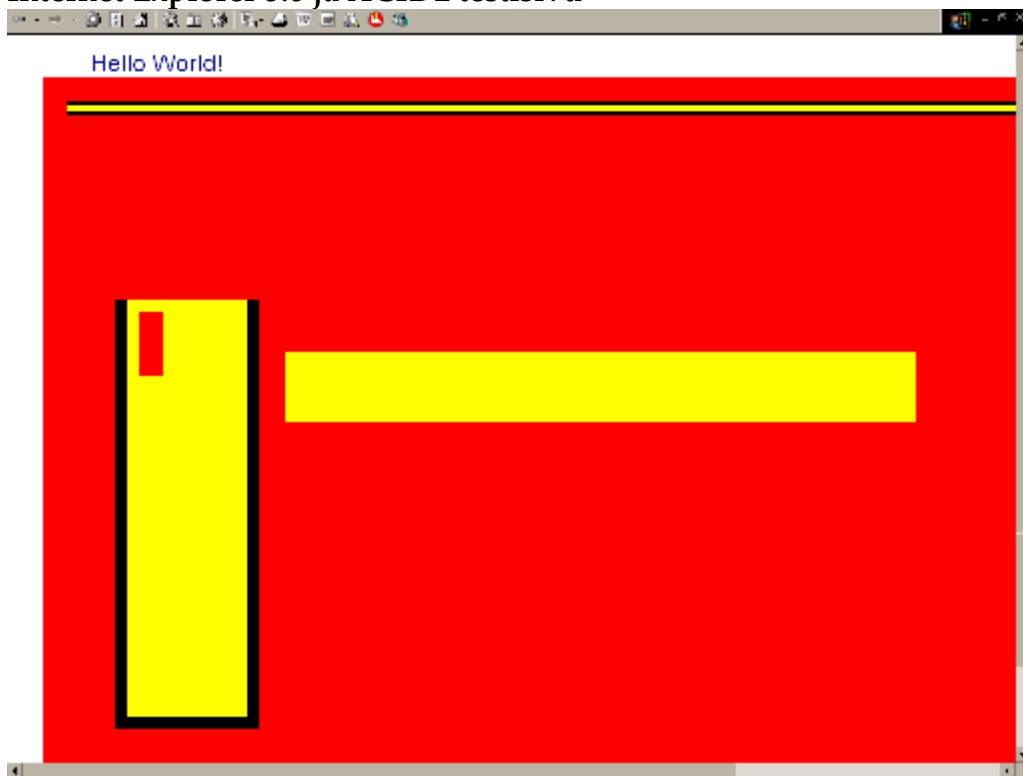
Internet Explorer 6.0 ja ACID2 testisivu



Internet Explorer 5.5 ja ACID2 testisivu



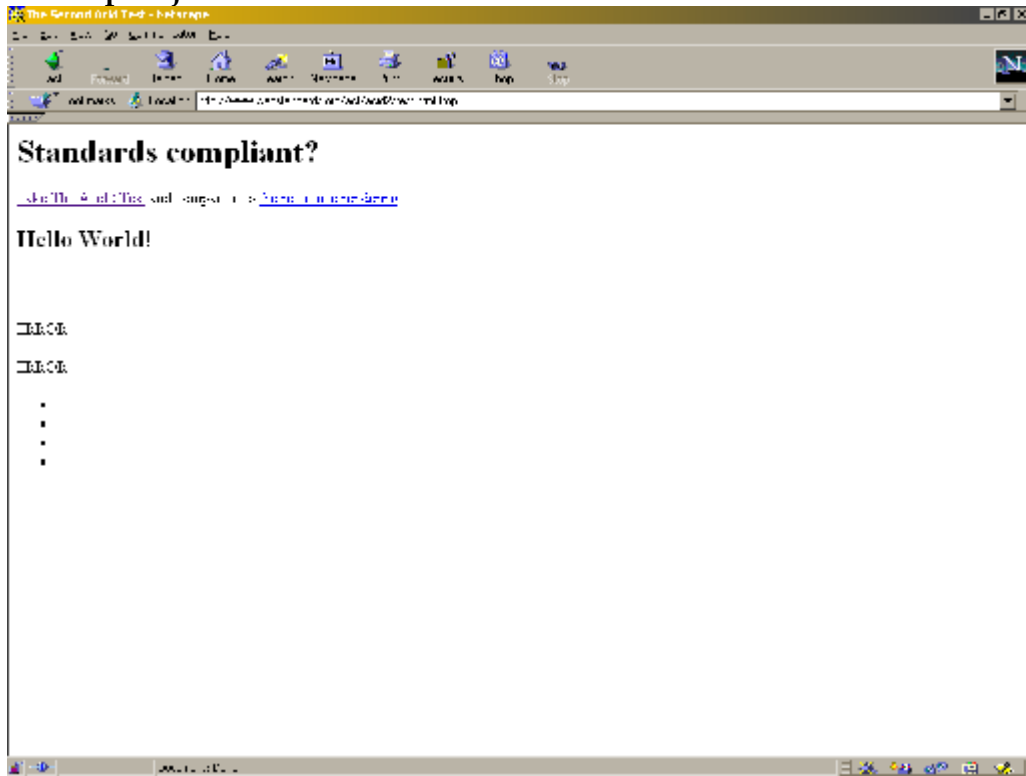
Internet Explorer 5.0 ja ACID2 testisivu



Opera 8 ja ACID2 testisivu



Netscape 4 ja ACID2 testisivu



Toiminnanohjausjärjestelmähankkeiden haasteita

Jaakko Tiainen

Tiivistelmä.

Tämän tutkimus käsittelee toiminnanohjausjärjestelmiä ja niiden hankkimiseen liittyviä haasteita. Tutkimuksessa lähdetään liikkeelle toiminnanohjausjärjestelmien historiasta ja ominaisuuksista edeten aina hankkimiseen liittyvään problematiikkaan. Lisäksi tutkimus esittelee suurimpia toiminnanohjausjärjestelmien toimittajia. Tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa tilannetta, missä toiminnanohjausjärjestelmäkentässä tällä hetkellä mennään ja arvioida hyötyjä ja haittoja, joita toiminnanohjausjärjestelmät tuovat mukanaan.

Avainsanat ja -sanonnat: Toiminnanohjausjärjestelmät, ERP.

1. Johdanto

Toiminnanohjausjärjestelmät (Enterprise Resource Planning, ERP) ovat yleisiä ratkaisuja suurissa yrityksissä. Viime vuosina ERP-järjestelmät ovat levinneet myös pk-yrityksiin. Kaikkein uusimpana suuntauksena ERP-järjestelmät ovat valloittamassa myös julkista sektoria [Tietoviikko, 2004].

Toiminnanohjausjärjestelmä nivoo yhteen yritysten ja organisaatioiden eri toiminnot: tuotannon, varaston hallinnan, materiaalihallinnon, logistiikan, taloushallinnon, tuotannon suunnittelun ja hallinnan ja henkilöstöhallinnon. Lisäksi se mahdollistaa monipuolisen raportoinnin yritysjohdolle ja näin edesauttaa tietämyksenhallintaa.

Koska ERP-järjestelmän hankinta on mittava projekti, on alueen tutkiminen enemmän kuin tarpeellista. Tyypillisesti esimerkiksi ERP-järjestelmän käyttöönotto voi maksaa miljoonia euroja ja saattaa kestää useita vuosia. Erityisesti tutkimuksen tarve korostuu, kun ERP-järjestelmiä käytetään uusilla sovellusalueilla, kuten julkishallinnossa.

Tämä tutkimus tarkastelee toiminnanohjausjärjestelmien historiaa, ominaisuuksia, toimittajia ja haasteita, joita toiminnanohjausjärjestelmiin liittyy. Järvisen ja Järvisen [2004] taksonomian tutkimusmetodeista tämän tutkimuksen tutkimusotetta kuvaa ehkä parhaiten innovaation arviointi. Tutkimusmetodin tarkoituksena on kartoittaa innovaation piirteitä, mitata onko innovaatiolla päästy asetettuihin tavoitteisiin ja mitä muita toivottuja tai ei-toivottuja vaikutuksia uudella innovaatiolla on. Tosin tässä tutkimuksessa ei kehitä mitään mittareita innovaation arviointiin.

2. Taustaa

Perinteisesti ERP-järjestelmien on katsottu polveutuva MRP- ja MRPII-järjestelmistä (Material Requirements Planning, MRP). Näiden järjestelmien tavoitteena oli ensisijaisesti tehostaa tuotantoa tarkempien materiaalilaskelmien kautta. MRP-järjestelmien historian voidaan katsoa alkaneen jo 1950-luvulla, mutta varsinaisesti ne löivät itsensä teollisuudessa läpi 1970-luvulla [Klaus *et al.*, 2000]. Yritykset kuitenkin huomasivat, että pelkkä tuotannon tehostaminen ei riitä vaan on pyrittävä ennen kaikkea tuottavuuteen ja asiakastyytyväisyyteen. Näin MRP-järjestelmät yhdistettiin CIM-järjestelmiin (Computer integrated manufacturing, CIM), jotka yhdistivät tuotekehityksen ja tuotannon tietojärjestelmät yhdeksi kokonaisuudeksi [Klaus *et al.*, 2000].

ERP-ilmiön taustalla voi nähdä laajemman yhteiskunnallisen kehityksen, mikä on johtunut tiedon merkityksen kasvusta yritysten tuotannontekijänä, informaatioyhteiskunnan synnystä, työn luonteen muuttumisesta, verkostoitumisesta, tuottavuuden kasvusta ja ennen kaikkea globalisaatiosta [Castells, 2000].

Globalisaatio merkitsi verkostoitumista mikä edelleen johti tarpeeseen hallita monisyisiä informaatiovirtoja. Tämä johti edelleen ERP-järjestelmien ja muiden yritysjärjestelmien kuten asiakkuudenhallinta- (Customer Relationship Management, CRM) ja toimitusketjunhallintajärjestelmien (Supply Chain Management, SCM) implementointiin [Davenport, 2000]. Koska informaatiovirrat kasvoivat voimakkaasti, tuli tarve siirtyä jokaisen osaston erillisistä tietojärjestelmistä yhteen järjestelmään. Näin tietoa pystyttiin hallitsemaan paremmin.

1990-luvulle tultaessa oltiin suurissa yrityksissä jo siirtymässä ERP-järjestelmiin. Esimerkiksi tämän hetken markkinajohtaja, saksalainen SAP AG, julkaisi SAP R/3-toiminnanohjausjärjestelmänsä 1992 Euroopassa ja 1995 Yhdysvalloissa. Todellinen ERP-hype syntyi lähestyttäessä vuosituhannen vaihdetta, kun yritykset päivittivät tietojärjestelmiään Y2K-ongelmaa vastaan. Useimmat yritykset eivät pelkästään päivittäneet vanhoja järjestelmiä vaan hankkivat samalla uuden ERP-järjestelmän. Näin he pystyivät hoitamaan kaksi ongelmaa yhtä aikaa.

Suuryritysmarkkinoiden saavutettua saturaatiopisteensä vuosituhannen vaihteen jälkeen ERP-järjestelmät ovat tulleet osaksi myös pk-sektorin yritysten toimintaa. Toiminnanohjausjärjestelmien tarjoajat ovat havainneet, että pk-sektorilla on valtavasti potentiaalia ja kasvumahdollisuuksia. Tämä on avannut lisämarkkinoita myös pienemmille toiminnanohjausjärjestelmien tarjoajille, sillä usein suurten toimittajien järjestelmät vaativat toimialakohtaista räätälöintiä.

Suuret toiminnanohjausjärjestelmien valmistajat pyrkivät valmistamaan mahdollisimman geneerisiä tuotteita, joita he sitten kauppaavat

kumppaneidensa kautta, jotka räätälöivät tuotteen kullekin toimialalle ja yritykselle sopivaksi [Tietoviikko, 2005]. Myös tuotteiden lokalisointi työllistää varsin paljon pienempiä ohjelmistotaloja.

Viimeaikainen kehitys on osoittanut, että toiminnanohjausjärjestelmät ovat siirtymässä myös julkiselle sektorille. Suomessa Espoon kaupunki otti viime vuonna ensimmäisenä käyttöön toiminnanohjausjärjestelmän. Sitten Espoo on saanut myös seuraajia, Tampereen kaupungin aloitettua oman toiminnanohjausjärjestelmäprojektinsa tammikuussa 2005. Projektin on tarkoitus kestää vuoteen 2008 saakka ja siihen on budjetoitu vuoteen 2007 asti noin 6 miljoonaa euroa. Kaiken kaikkiaan järjestelmää tulee käyttämään noin 10000 kaupungin työntekijää [Tampereen kaupunki, 2005]. Tämä osoittaa sen kuinka valtavia hankkeita toiminnanohjausjärjestelmät ovat.

ERP-markkinat ovat pääasiassa kahden suuren toimijan hallussa. Saksalaisella SAP:lla on 22 % ja yhdysvaltalaisella Oraclella 11 % markkinaosuus 30,5 miljardin dollarin arvoisista toiminnanohjausjärjestelmämarkkinoista [Helsingin Sanomat, 2005]. Kuitenkin toiminnanohjausjärjestelmämarkkinoista 62 % muodostuu pienistä toimijoista, jotka toimittavat räätälöityjä ratkaisuja kunkin asiakkaan tarpeisiin. Viime aikoina toimialaa ovat leimanneet fuusiot ja yritysvaltauksset. Erityisesti Oracle on ollut aktiivinen pyrkiessään kasvattamaan markkinaosuttaan. Vaikka toiminnanohjausjärjestelmämarkkinat näyttävät olevan SAP:n ja Oraclen keskinäistä kamppailua myös uusia vartenotettavia haastajia on löytynyt. Näistä merkittävin on Microsoftin voimakas satsaus toiminnanohjausjärjestelmien kehitykseen.

3. ERP-järjestelmän ominaisuuksia

ERP-järjestelmät ovat integroituja ohjelmistopaketteja, jotka koostuvat moduuleista. Keskeisimpiä moduuleja ovat taloushallinnon ja tuotannon moduulit. Erilliset moduulit mahdollistavat vaiheittaisen käyttöönoton ja parantavat näin ongelmien hallintaa. ERP-järjestelmiä voidaan oikeutetusti kutsua yritysten selkärangaksi, johon muut järjestelmät liittyvät [Kalakota, 2001].

Teknisesti ERP-järjestelmät perustuvat kolmikerroksiseen asiakas-palvelin-arkkitehtuuriin. Kaiken taustalla toimii yhteinen relaatiotietokanta. Tietokannan on kyettävä käsittelemään valtavia määriä tietoja ja transaktioita. Tämä vaatiikin tiedoilta eheyttä. Teknisesti tietokanta on järjestelmän vaativin kohta. Toisena kerroksena voidaan nähdä sovelluskerros ja kolmantena esityskerros [Klaus *et al.*, 2000]. Kaikki kerrokset toimivat itsenäisesti, mutta kokonaisuus vaatii toimiakseen kerrosten välistä yhteistyötä. ERP-järjestelmien keskeisimpiä piirteitä on myös graafinen käyttöliittymä. Riippumatta siitä,

missä moduulissa käyttäjä on ja mitä sovellusta hän käyttää, järjestelmää käytetään graafisen käyttöliittymän kautta. ERP-järjestelmät toimivat niin Windows- kuin Unix- ja Linux-alustoillakin. Toiminnanohjausjärjestelmät eivät juuri erotu toisistaan teknisesti vaan pääasiassa toiminnallisesti. Tiedyt toiminnanohjausjärjestelmävalmistajat ovat painottaneet järjestelmissään henkilöstöhallintoa, kun taas toiset soveltuvat paremmin esimerkiksi teollisuuden käyttöön.

4. Haasteita

Tässä kappaleessa käsitellään tyypillisimpiä haasteita, joita kohdataan toiminnanohjausjärjestelmää hankittaessa. Koska ERP-hankkeet ovat mittavia projekteja, myös haasteet ovat hyvin moninaisia aina järjestelmän toimittajan valitsemisesta koulutuksen toteutukseen ja muutosvastarinnan voittamiseen.

4.1. Prosessien mallinnus

Eräs tärkeimpiä vaiheita hankittaessa ERP-järjestelmää on liiketoimintaprosessien mallinnus. Huolellisella prosessien mallinnuksella saadaan järjestelmä parhaiten palvelemaan yrityksen tarpeita. Itse asiassa prosessit on syytä mallintaa huolellisesti jo ennen ERP-järjestelmän valintaa. Samalla on viimeistään syytä palauttaa mieleen mitkä ovat yrityksen ydinprosesseja ja mitkä tukiprosesseja. Mallinnus auttaa myös suunnitteluvaiheessa korostamaan yritykselle järjestelmän tarjoamia mahdollisuuksia ja toimintoja. Yleensäkin tietojärjestelmätyössä on äärimmäisen tärkeää, että kartoitetaan yrityksen prosessit huolellisesti ja käytetään tätä tietoa apuna suunniteltaessa tietojärjestelmiä [Zachman, 1987].

Prosessien mallinnus ei kuitenkaan aina ole yksinkertaista työtä vaan vaatii syvää asiantuntemusta ja osaamista. Tämä onkin usein ollut syy, minkä vuoksi pk-sektorin yritykset eivät ole suin päin rynnänneet ERP-projekteihin. Koska eri toimittajien mallinnusmenetelmät eroavat varsin paljon toisistaan, on asiakkaan kannalta parasta, että valitaan mallinnusmenetelmistä korkeintaan pari. Näin malleista tulee ymmärrettäviä ja ne auttavat parhaiten asiakasta ja järjestelmän toimittajia [Tekes, 2001].

Liiketoimintaprosessien mallinnukseen liittyy kiinteästi myös tiedon ja käsitteiden yhtenäistäminen. Toiminnanohjausjärjestelmät vaativat toimiakseen tiedon ja käsitteiden yhtenäistämistä. Tämä on seikka, johon tulee kiinnittää huomiota jo vaatimusmäärittelyvaiheessa. Erityisesti tähän ongelmaan törmätään, kun ERP-järjestelmään integroidaan muita järjestelmiä [Seki, 1998].

4.2. Käyttöönotto

Toiminnanohjausjärjestelmiä on usein osuvasti verrattu betoniin. Tämä ei johdu pelkästään siitä, että toiminnanohjausjärjestelmät muodostavat perustan, jonka päälle yritysten muut järjestelmät rakennetaan. Toiminnanohjausjärjestelmillä ja betonilla on yhteistä myös se, että molemmat ovat käyttöönotettaessa suhteellisen helposti muokattavia, mutta kun perusta on kerran luotu, sitä on enää vaikea muuttaa.

Käyttöönottovaihe onkin toiminnanohjausjärjestelmissä vaativin vaihe. Erityisen haastavaksi sen tekee, että se saattaa kestää useita vuosia, kun toteutusta tehdään moduuli kerrallaan. Tämä saattaa johtaa siihen, että projektin tavoite katoaa. Haastavaa on myös yrityksen normaalin toiminnan ja lisäarvon tuotto implementoinnin aikana. Usein nimittäin joudutaan ylläpitämään vanhoja järjestelmiä uusien rinnalla. Käyttöönotto on myös vaihe, joka vie eniten rahaa ja resursseja. Ei olekaan ihme, että käyttöönotto on ehkä toiminnanohjausjärjestelmien tutkituin alue myös akateemisessa maailmassa. Erilaisia case-tutkimuksia toiminnanohjausjärjestelmien käyttöönotosta on tehty varsin paljon. Tämä on ymmärrettävää, vaikka samalla toimialalla toimivilla yrityksillä on paljon yhteistä, poikkeavat yritykset ja organisaatiot kuitenkin toisistaan erilaisine strategioineen, toimintasääntöineen ja tapoineen.

Oleellista käyttöönotossa on, että ERP-hanketta ei tarkastella normaalina IT-uudistuksena vaan liikeideana ja laajana liikkeenmuutosohjelmana [Davenport, 2000]. Varsinkin käyttöönottovaiheessa on oleellista, että yrityksen johto on sitoutunut projektiin. Näin viestitetään koko organisaatiolle, että muutostyötä ei tehdä turhan vuoksi ja johto näyttää omalla esimerkillään projektin tärkeyttä.

Implementointitapoja on useita ja yleensä riippuu tavoitteista kuinka implementointi suoritetaan. Tavat vaihtelevat vaiheittaisesta moduuli-, prosessi-, tai liikeyksikkö-kerrallaan-toteutuksesta aina big-bang-toteutukseen, missä asennetaan koko järjestelmä yhdellä kertaa ja muokataan liiketoimintaprosesseja vastaamaan järjestelmän vaatimuksiin.

Oleellista käyttöönotossa on myös sen ajoitus. Jos yrityksessä tai sen toimialalla on näköpiirissä suuria muutoksia, tulee ERP-järjestelmän käyttöönottoa lykätä [Davenport, 2000]. Tyypillisimpiä suuria muutoksia ovat erilaiset fuusiot ja markkinatilanteen merkittävät muutokset.

Jotta käyttöönotto onnistuisi parhaalla mahdollisella tavalla, tulee toteutustiimi valita huolella. Yleensä tiimit muodostuvat konsulteista, mutta syytä on ottaa mukaan myös yrityksen IT-osaston, eri toimintojen ja johdon edustajia. Näin mahdollistetaan se, että yrityksen edut ovat koko ajan etusijalla ja organisaation omista työntekijöistä voi kasvaa osaavia ihmisiä, jotka hallitsevat järjestelmän käytön ja voivat näin opettaa muita käyttäjiä.

4.3. Koulutus

Koulutus on eräs ERP-projektien mittavimpia ja samalla aliarvioidumpia kokonaisuuksia [Koch, 2002]. Koko organisaation laajuiset ERP-projektit vaativat valtavan määrän henkilöstön koulutusta. Yritysten ja organisaatioiden tulisi ymmärtää, että koulutus on erittäin tärkeä osa toiminnanohjausjärjestelmiä ja niiden käyttöönottoa. Sillä mikään järjestelmä ei ole hyödyllinen, jollei kukaan osaa sitä käyttää.

Koska toiminnanohjausjärjestelmät uudistavat liiketoimintaprosesseja ja pakottavat organisaatiot uudistumaan, koulutus ei ole pelkästään käyttöliittymän ja ohjelmiston käytön opettelua vaan vaatii usein kokonaan uuden tavan tehdä ja organisoida työtä [Koch, 2002]. Koulutuksen merkitystä ollaan pikkuhiljaa havaitsemassa. Osoituksena tästä voidaan pitää sitä seikkaa, että koulutus on noussut kiinnostuksen kohteeksi myös akateemisessa maailmassa [Coulson *et al.*, 2003].

4.4. Muutoksen johtaminen

Tietojärjestelmätyö on muutostyötä. Tietojärjestelmien suunnittelu- ja kehitystyön tavoitteena on saada aikaan muutosta. Muutoksella pyritään saamaan aikaan parempia ja tehokkaampia liiketoimintatapoja [Jones, 2004]. Muutoksen johtaminen suuren ERP-projektin aikana voi olla todella haastavaa. Muutosvastarinta niin yksilö- kuin ryhmätasolla voi olla todella voimakasta. Eikä tehtävää helpota se tosiseikka, että toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto merkitsee usein paitsi uusia liiketoimintatapoja myös irtisanomisia.

Oleellista muutosjohtamisessa on tuoda selvästi tavoite esille. Tavoitteen selkeä esiintuominen edesauttaa myös henkilöstöä omaksumaan uudet tavat toimia. Kaikki kuitenkin lähtee siitä, että yritysjohto on voimakkaasti hankkeen takana [Davenport, 2000].

4.5. Mittaaminen

ERP-projektin onnistumista voi olla erittäin hankala mitata. Hankaluudet johtuvat lähinnä siitä, että projektit saattavat kestää vuosia tuoda mukanaan paljonkin piileviä kuluja. Mittaamisessa on oleellisen tärkeää kartoittaa nykyiset järjestelmät ja liiketoimintaprosessit. Näin saadaan aikaiseksi lähtötaso, johon sitten toiminnanohjausjärjestelmän tuomia etuja verrataan.

Mittaamista voidaan tehdä monesta näkökulmasta. Ensimmäinen on tietenkin taloudellinen näkökulma. Yleensä ERP-järjestelmät hankitaan nimenomaan sen vuoksi, että saadaan aikaiseksi säästöjä, tehokkuutta ja parannetaan tuottavuutta. ERP-järjestelmien ehkä helpoiten mitattavia suureita

on niiden ominaisuus pienentää varastoja. Varastojen pieneneminen tuo heti mukanaan säästöjä.

Tietämyksen hallinta ja parantunut datan käsittely tuo mukanaan etuja, joita voi olla vaikea mitata. Tietämyksen hallinta mahdollistaa paremmat päätökset ja parantaa muutenkin hallintoa (management) [Davenport, 2000].

DeLone ja McLean [2003] ovat kehittäneet mallin jolla voidaan mitata tietojärjestelmä projektin onnistumista. Kyseinen malli sisältää seuraavat komponentit: palvelun laatu, systeemin laatu, informaation laatu, käyttäjätyytyväisyys, käyttö/käyttöhalu ja kokonaishyödyt. Kyseinen malli sopii erinomaisesti myös ERP-projektien onnistumisen mittaamiseen, sillä se ottaa huomioon myös muita kuin taloudellisia tekijöitä. Mallin lähtökohtana on palvelun, informaation ja systeemin laatu. Nämä tekijät vaikuttavat sitten käyttöön ja käyttäjätyytyväisyyteen, jotka sitten muodostavat yhdessä kokonaishyödyn kanssa kehän, jossa nämä kolme tekijää ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Mallissa on oleellista, että kehä voi olla sekä positiivinen että negatiivinen. Mallin hyvä puoli on siinä, että siinä käyttäjä on varsin keskeisessä asemassa. Näinhän ei ERP-hankkeissa useinkaan ole vaan käyttäjät ja organisaatiot joutuvat sopeutumaan ERP-järjestelmän tarjoamaan todellisuuteen.

4.6. Toiminnanohjausjärjestelmän soveltuvuus

Toiminnanohjausjärjestelmät ovat länsimaisia sovelluksia. Kaikki merkittävimmät toiminnanohjausjärjestelmien tarjoajat ovat joko Euroopasta tai Yhdysvalloista. Tämä seikka jää usein täysin huomioitta, puhuttaessa toiminnanohjausjärjestelmistä. Ne korostavat länsimaista yrityskulttuuria ja tapoja toimia. Tämä ominaisuus voi olla ylitsepääsemätön ongelma, kun toiminnanohjausjärjestelmiä käytöön otetaan esimerkiksi aasialaisessa kulttuurissa [Soh *et al.*, 2000].

4.7. Järjestelmän valinta

Kaikki toiminnanohjausjärjestelmät ovat monimutkaisia ja vaikeita asentaa [Davenport, 2000]. Yleensä valittaessa järjestelmää ja toimittajaa tuleekin kiinnittää huomiota ennen kaikkea toimittajan referensseihin ja konsulttien kokemukseen. Konsultteja palkatessa on myös erittäin tärkeää, että heitä motivoidaan parantamaan liiketoimintaprosesseja. Järjestelmän valinnassa on myös otettava huomioon, että tietyt toiminnanohjausjärjestelmät sopivat tiettyihin toimintoihin paremmin kuin toiset. Tätä ongelmaa voidaan ehkäistä, sillä että otetaan kultakin toimittajalta heidän parhaiten hallitsema moduuli. Usein kuitenkin tällainen ratkaisu johtaa mittavaan ja kalliiseen räätälöintiin ja aiheuttaa ongelmia ohjelmistojen yhteistoiminnallisuudessa.

Illa *et al.* [2000] ovat kehittäneet formaalin mallin, jonka mukaan voi edetä valittaessa sopivinta järjestelmää. Malli painottaa ennen kaikkea toiminnallisuutta ja teknisiä kriteereitä, mutta ottaa huomioon myös käyttöön liittyviä seikkoja.

5. Pohdintaa

Yhteenvedona voidaan todeta, että toiminnanohjausjärjestelmät ovat monimutkaisia ja laajoja järjestelmiä, jotka vaikuttavat oleellisesti tämän päivän verkostotaloudessa. Ne tulevat koskemaan yhä laajempia käyttäjäryhmiä, sillä myös pk-sektori ja julkishallinto ovat yhä suuremmissa määrin siirtymässä toiminnanohjausjärjestelmiin.

Vaikka toiminnanohjausjärjestelmät ovat perusluonteeltaan ohjelmistopaketteja, niihin liittyy paljon muitakin tekijöitä kuin itse hankinta. Kuten ohjelmistoprojekteissa yleensäkin hankintakulut ovat pieni osa kokonaiskustannuksista, joita ovat muun muassa käyttöönotto, infrastruktuuri, koulutus ja ylläpito niin laitteiston kuin ohjelmiston osalta.

Kaikki toiminnanohjausjärjestelmät vaativat toimiala- ja yrityskohtaista räätälöintiä. Räätälöinti aiheuttaa aina valtavasti lisäkustannuksia ja vaikeuttaa järjestelmän päivittämistä.

Hankittaessa toiminnanohjausjärjestelmää on oleellisen tärkeää, että ERP-projektia tarkastellaan liiketoiminnan uudistamisprosessina. ERP-hanke ei ole vain IT-hanke vaan paljon laajempi ja kauaskantoisempi. Tarkasteltaessa hanketta tästä näkökulmasta tulee ensimmäisenä kiinnittää huomiota omiin prosesseihin ja järjestelmiin. Kartoittamalla omat liiketoimintaprosessit ja tietojärjestelmät nähdään mitä asioita voidaan parantaa ja asettaa tavoitteet joihin pyritään. Tässä kartoitustyössä tulee erityisesti huomata, mitkä prosessit ovat yrityksen tai organisaation ydinprosesseja ja mitkä ovat tukitoimintoja. Näin ERP-projekti vaatii myös laajempaa strategiatyötä, missä esitetään yrityksen tai organisaation tavoitteet ja missiot.

Koska toiminnanohjausjärjestelmä muokkaa ja uudistaa yrityksen liiketoimintaprosesseja, tulee ERP-projekteissa kiinnittää erityistä huomiota henkilöstön koulutukseen ja muutostohtamiseen.

Parhaimmillaan toimiva toiminnanohjausjärjestelmä tarjoaa parempaa toimintojen hallintaa, kustannussäästöjä, tehokkuutta, tuottavuutta, parempia päätöksiä, hiljaisen tiedon muuttumista näkyväksi tiedoksi ja mahdollistaa yrityksen kehittymisen oppivaksi organisaatioksi. Kaikki tämä jää kuitenkin pelkäksi mainoslauseiden ja konsulttien sanahelinäksi ellei toiminnanohjausjärjestelmähankkeisiin suhtauduta vakavuudella, jota kokonaisvaltainen liiketoimintaprosessien uudistaminen vaatii.

Viiteluettelo

- [Castells, 2000] Manuel Castells, *Rise of the Network Society*. Blackwell, 2000.
- [Davenport, 2000] Thomas H. Davenport, *Mission Critical: Realizing the Promise of Enterprise Systems*. Harvard Business School Press, 2000.
- [DeLone and McLean, 2003] William H. DeLone and Ephraim R. McLean, The DeLone and McLean model of information systems success: a ten year update. *Journal of Management Information Systems* **19**, (Spring 2003), 9-30.
- [Coulson et al., 2003] Tony Coulson, Conrad Shayo, Lorne Olfman, C.E. Tapie Rohm, IT-skills and training: ERP training strategies: conceptual training and the formation of accurate mental models. In: *Proc. of the 2003 SIGMIS conference on computer personnel research: Freedom in Philadelphia – leveraging differences and diversity in the IT workforce* (2000), ACM, 87-97.
- [Helsingin Sanomat, 2005] Olavi Koistinen, Ohjelmistoyhtiö Oracle etsii jättikaupan lisäksi lisää ostettavaa. *Helsingin Sanomat*, (9.4.2005), B1
- [Illa et al., 2000] Xavier Burgués Illa, Xavier Franch and Joan Antoni Pastor, Formalising ERP selection criteria. In: *Proc. of the tenth international workshop on software specification and design* (2000), IEEE.
- [Jones, 2004] Gareth R. Jones, *Organizational Theory, Design and Change: Text and Cases*. Prentice Hall, 2004.
- [Järvinen ja Järvinen, 2004] Pertti Järvinen ja Annikki Järvinen, *Tutkimustyön metodeista*. Opinpaja Oy, 2004.
- [Kalakota, 2001] Ravi Kalakota, *E-business 2.0*. Addison-Wesley, 2001.
- [Klaus et al., 2000] Helmut Klaus, Michael Rosemann, Guy Gable, What is ERP? *Information System Frontiers* **2**, 2 (August 2000), 141-162.
- [Koch, 2002] Christopher Koch, The ABCs of ERP. Available at <http://www.cio.com/research/erp/edit/erpbasics.html>. (30.3.2005)
- [Seki,1998] Yutaka Seki, Information unification between enterprise resource planning system and production control system. *Yokogawa Technical Report English Edition* **25**, (1998). Available at <http://www.yokogawa.com/rd/pdf/TR/rd-tr-r00025-005.pdf> (28.2.2005).
- [Soh et al., 2000] Christina Soh, Sia Siew Kien and Joanne Tay-Yap, Cultural fits and misfits: Is ERP a universal solution? *Communications of the ACM* **43**, 4 (2000), 47-51.

- [Tampereen kaupunki, 2005] Tampereen kaupungin www-sivut.
<http://www.tampere.fi> (29.3.2005).
- [TEKES, 2001] Digitaalinen verkostotalous, Teknologiakatsaus 110, TEKES 2001.
- [Tietoviikko, 2004] Tietoviikko, Siemens nappasi jättipotin Tampereelta.
Tietoviikko **22**, 43 (16.12.2004), 3.
- [Tietoviikko, 2005] Tietoviikko, Suomi-ERP. *Tietoviikko* **23**, 9 (10.3.2005), 12-15.
- [Zachman, 1987] John A. Zachman, A framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal* **26**, 3 (1987), 276-292.

Optinen hahmontunnistus aasialaisille merkkiperustaisille kielille

Jaripekka Torssonen

Tiivistelmä.

Tässä tutkimuksessa perehdyn aasialaisten kirjoitusmerkkien optiseen tunnistukseen. Luvussa kaksi selvitän hyvin lyhyesti aihealueen historiaa. Luvussa kolme käyn läpi keskeisimmät tunnistusmetodit pääpiirteittäin sekä vertailen niiden ominaisuuksia yhteenvedossa. Neljännessä luvussa kartoitan paria jo olemassa olevaa laitetta sekä niiden soveltuvuutta mobiilikäyttöön. Viides luku käsittelee yleisesti mahdollisia sovellusalueita sekä yhteenvedon tutkimuksestani ja pohdintoja aiheen piiristä.

Avainsanat ja -sanonnat: tunnistus, kirjoitusmerkki, optinen, aasialainen, merkkiperustainen kieli.

CR-luokat: I.4.1 , I.5

1. Johdanto

Optinen merkin/hahmontunnistus, OCR(Optical Character Recognition) sisältää sovelluksia useammalta eri osa-alueelta. Oma tutkimukseni sijoittuu pääpiirteittäin juuri tuohon tekniikkaan sekä laitteisiin. Tarkoitukseni on kartoittaa erilaisia tunnistusmenetelmiä sekä verrata niiden käyttökelpoisuutta aasialaisten merkkiperustaisten kielten tunnistukseen. Tutkin erilaisia metodeja ja pyrin kertomaan niistä olennaisimmat asiat. Aihepiiri sisältää paljon matemaattisia funktioita, jotka pyrin jättämään pois. Sen sijaan käytän hyväksi kiinan kielen opintojani, jolloin pystyn käsittelemään merkkien moninaisuutta ja kompleksisuutta paremmin.

Aihepiirin perspektiivi on lähinnä nykypäivää tai tulevaa, aluksi kerron tekniikasta hieman, jotta saadaan tietynlainen perusasetelma tutkittavaan kohteeseen. Osa tunnistustekniikoista on peräisin jo 1970-luvulta. Tekniikat ovat kuitenkin muuttuneet vuosien saatossa huomattavasti. Tunnistus on muuttunut nopeammaksi sekä tarkemmaksi, laitteistoista on tullut pienempiä ja vakaampia sekä edullisempia.

Optinen hahmontunnistus on oikeastaan itsessään jo sovellettu ala, sillä hahmontunnistusta on tehty paljon jo aiemmin. Vasta viime aikoina, optisten laitteiden yleistyessä sekä tekniikan pienentyessä, on perehdytty enemmän optiseen hahmontunnistukseen varsinkin aasialaisten merkkiperustaisten kielten osalta. Aiemmin on perehdytty vain länsimaisen aakkoston tunnistamiseen, mutta viime vuosina kasvanut Aasia-suuntautuneisuus on

lisännyt tämän aihealueen tutkimista. Aasialaisten merkkiperustaisten kielten tunnistus on todella haastava aihealue, sillä merkkejä yksin kiinan kielessä on päivittäisessä käytössä noin 5 000, arkikielessä n. 20 000 ja tieteellinen sanasto mukaan luettuna n. 50 000. Toisin sanoen merkkien kirjo on todella laaja, kuitenkin piirtotilan ollessa rajattu, on merkkien kompleksisuus myös todella suuri. Pienet muutokset muuttavat merkin merkityksen aivan kokonaan, siksi tunnistuksessa virheprosentin on jätävä mahdollisimman pieneksi. Tämä on tärkeää, sillä muussa tapauksessa tunnistuksen luotettavuus kärsii. Suurimmaksi haasteeksi käsinkirjoitettujen merkkien tunnistuksessa tällä hetkellä on osoittautunut merkkien piirtotyylilien variaatiot.

2. Historiaa lyhyesti

Hahmon ja symbolientunnistus on ollut oma tutkimusalueensa jo 1950-luvun alkupuolella. Hahmontunnistus on kärsinyt alkutaipaleensa aikana monista vaikeuksista, mitkä ovat pääsääntöisesti johtuneet liian suurista ennakkoodotuksista verrattuna käytettävissä olevaan tekniikkaan. Usein ennakkoodotukset ovat olettaneet hahmontunnistustekniikan korvaavan näppäimistön tekstin syötelaitteena. Vuosikymmenien aikana on havaittu tekniikan olevan riittämätön tehokkuudeltaan sekä aivan liian kallista kyseisiin laitteisiin, kuitenkin aihetta on tutkittu kehittämällä tehokkaampia algoritmeja ja sovelluksia.

1980-luvun puolivälin tienoilla ala lähti elpymään ja tutkimusalue laajeni entisestään. Viimeisen vuosikymmenen aikana laitteistot ovat kehittyneet nopeasti ja tuoneet suorituskykyä huimasti eteenpäin. Prosessoriteho sekä muistikapasiteetti ovat kasvaneet odottamattoman nopeasti. Tämä on edistänyt hahmontunnistuksen tutkimusta merkittävästi. Nykyisillä laitteilla pystytään suorittamaan tunnistusalgoritmeja mielekkäässä ajassa ja silti kustannukset pystytään pitämään kohtuullisen alhaisina. Kustannustehokkuus on tärkeää, sillä kuluttajat kiinnostuvat laajamittaisesti uusista laitteista vain, jos ne ovat hinnaltaan edullisia sekä niiden käyttäminen on riittävän yksinkertaista.

[Sibert, et al., 1987]

3. Hahmon tunnistuksen eri menet

3.1. Epäsuora esilajittelu (Nonlinear pre-classification)

Metodi perustuu hermoverkkojen hyödyntämiseen epäsuoran esilajittelun avulla kiinalaisista merkeistä. Kokeilut ovat osoittaneet tunnistusprosentiksi noin 92%, erilaisia merkkejä tunnistettiin 3 755. Metodi perustuu klustereihin, joilla kategorisoidaan merkit tiettyihin lohkoihin.

Ensin merkistä hahmotetaan ääriiviivat ja merkin kokoa kasvatetaan hieman. Tunnistettava ala jaetaan segmentteihin, jolloin jokaisesta segmentistä voidaan erikseen laskea mihin suuntaan sen alueella olevat piirtoviivat osoittavat. Vastaavasti nämä piirtoviivat on kategorisoitu tietyllä tavalla, jolloin itse merkin tunnistus nopeutuu. Merkin tunnistus siirtyy siis asteittain eteenpäin. Vähitellen karsitaan pala palalta sopimattomat osat pois, jolloin jäljelle jää ainoastaan samankaltaisia merkkejä. Näiden erottamiseksi on olemassa tietynlainen algoritmi, joka valitsee tietyltä tunnistusalueelta tietyn suuntaisia piirtoviivoja ja rajaa niiden perusteella vielä pienemmän nipun vaihtoehtoisia merkkejä. Kuvassa 1 on esitelty epäsuoran esilajittelun arkkitehtuuri.

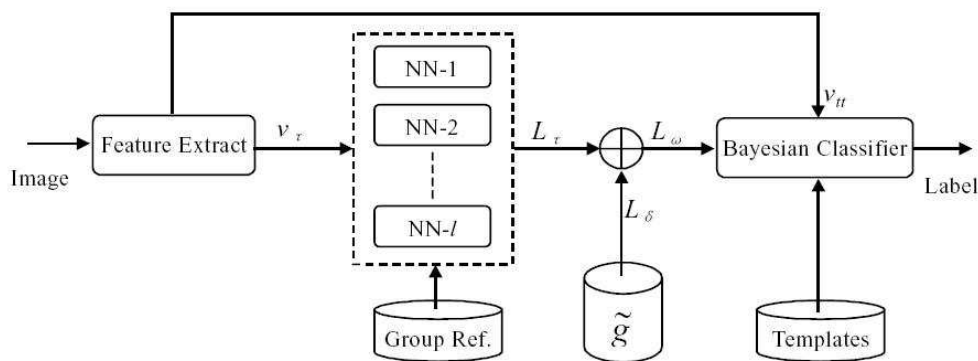


Figure 5. System Architecture

Kuva 1 : Epäsuoran esilajittelun arkkitehtuurin kuvaus. [Zhen ja Dai, 2000]

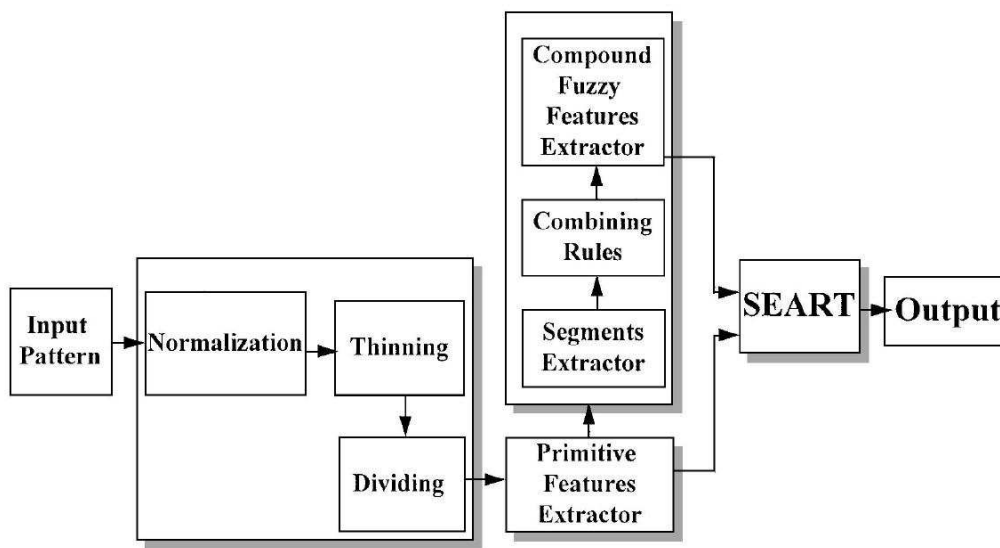
Pelkässä hermoverkkojärjestelmässä käytetään yhtä merkkiä varten 64 dimension syöteominaisuuksia, jolloin merkkien tunnistusprosentti on yli 95%. Yhdistettynä hermoverkkojärjestelmä Bayesialaiseen luokitteluun saadaan käyttöön yhteensä 196 dimensiota, mutta prosenttiosuus jää hieman alle 92%:in. Bayesialainen luokittelujärjestelmä on yleisesti tunnettu ja suhteellisen kattavaksi havaittu merkkien erottelujärjestelmä. Yksi vaihtoehto Bayesialaiselle luokittelumenetelmälle on moni-luokittelu-kombinaatio, mikä nostaa selkeästi tunnistusprosenttia, mutta vastaavasti rasittaa laitteistoa huomattavasti enemmän.

[Zhen ja Dai, 2000]

3.2. Primitiiviset ja sumeat piirteet yhdistettynä SEART neuroverkkomalliin (Primitive and compound fuzzy features using SEART (Supervised Extended ART) neural net model)

Metodi yhdistää primitiiviset sekä sumeat piirteet SEART-neuroverkkomalliin. Kyseinen tekniikka on kehitetty käsinkirjoitetun kiinan kielen tunnistukseen. Neuroverkkomallilla saadaan aikaan huomattavasti nopeampia ja

tehokkaampia hakuja sekä sen virheenkäsittelyominaisuudet ovat hyödyllisiä. Primitiiviset piirteet on jaettu kahteen osaan. Näitä piirteitä käytetään merkkien esikäsitteilyyn. Niillä saadaan luokiteltua merkit eri osioihin merkkien piirtotekniikan mukaan. Myös merkkien piirtoviivan paksuudella on vaikutusta. Sumeilla piirteillä luokitellaan itse piirto tietyyppiseksi, eli mistä suunnasta ja minkälainen piirto on kyseessä. Näihin tekniikoihin on määritelty omat asteikot ja vaihtoehdot, joiden mukaan piirrot luokitellaan. Niistä löytyy tarkempaa tietoa alkuperäisessä dokumentaatiossa [Lee, et al., 1998], jossa metodista on kerrottu hyvin yksityiskohtaisesti. Kuvassa 2 on havainnollistettu käytetty arkkitehtuuri.



Kuva 2 : Primitiiviset ja sumeat piirteet yhdistettynä SEART neuroverkkomalliin arkkitehtuurin kuvaus. [Lee, et al., 1998]

Kyseisellä metodilla on saatu 5401 merkin kokoelmasta tunnistusprosentiksi 95,9% hylkäysten kanssa ja ilman hylkäyksiä 83,4%. Yksi suurimmista ongelmista liittyy merkkien samankaltaisuuteen, eli jos merkit koostuvat samankaltaisista osista, mutta eri järjestyksessä, järjestelmä ei osaa erottaa niitä kunnolla toisistaan. Tämän vuoksi tunnistusprosentti jää hieman heikoksi. Positiivisena puolena metodissa on kuitenkin laskennan tehokkuus ja tunnistuksen nopeus.

[Lee, et al., 1998]

3.3. Optimaalinen näytteenottomenetelmä (Optimal sampling features)

Optimaalinen näytteenottomenetelmä perustuu nimensä mukaisesti näytteenottoon. Menetelmä vähentää merkittävästi piirtoviivojen variaatiota, mutta sen laskentakustannukset ovat todella korkeat. Menetelmän tehokkuutta on laajalti tutkittu käyttäen Tsinghuan yliopiston tietokantaa (THCHR).

Menetelmä etenee seuraavalla tavalla: Ensiksi tehdään normalisointi ja pehmenysoperaatiot syötteen binäärikuvalle. Tulokuva on myös binäärimuodossa. Seuraavaksi tutkitaan eri pikseleiden suunta ja ne jaotellaan omiin osioihinsa suunnan mukaan. Näitä osioita on neljä, horisontaali ja vertikaali sekä oikealle ja vasemmalle kallistuvat. Tämän jälkeen tehdään 2-D diskreetti kosinimuunnos (DCT) jokaiselle kuvalle, sekä suurin frekvenssiluku typistetään jokaisesta frekvenssiluokasta. Tämän jälkeen tehdään 2-D käänteinen diskreetti kosinimuunnos (IDCT), joka liitetään jokaisen typistetyn frekvenssin alkuperäiskuvaan ja jokainen kuva filteröidään. Kaikissa filteröidyissä kuvissa on 64 näytepistettä; nämä pisteet on jaoteltu kahdeksaan riviin ja kahdeksaan sarakkeeseen. Lopputuloksena pisteiden määrä on siis 256 ($8 \times 8 \times 4$ eli 8 riviä, 8 saraketta ja 4 suuntaa).

Menetelmä pitää sisällään myös "karkeasta hienoksi"-strategian, joilla saadaan säästettyä laskentakuluja. Karkea luokittelu valitsee kymmenen ehdokasta tietyllä metodilla kaikista malleista (yhteensä 3755). Näistä kymmenestä erotellaan iteroimalla oikea merkki. Tunnistusprosentiksi on saatu optimaalisella näytteenottomenetelmällä 91,89 ja tasaisella näytteenottomenetelmällä 90,09. Optimaalinen näytteenottomenetelmä on hieman tehokkaampi. Kyseinen menetelmä on kokonaisuudessaan tehokas ja edellä mainitun strategian puolesta laskentakuluja saadaan laskettua huomattavasti.

[Rui Zhang ja Xiaoqing Ding, 2000]

3.4. Uusi kaarimenetelmä (New local arc method)

Uusi kaarimenetelmä pohjautuu aiempiin Ozaki:n tutkimuksiin erilaisista käsinkirjoitetun kiinan kielen tunnistusmenetelmistä. Menetelmä on rajoitettu käsittelemään ainoastaan alle 15 piirtoviivan kiinan kielisiä merkkejä. Menetelmä laskee siis kaarien määrää merkissä. Menetelmän tutkimisessa on käytetty merkkejä 18:sta aiheesta ja 48:sta eri tyyppistä, joita on käytetty vähintään 6 kertaa kahdessa päivässä. Merkkien kokoelmaksi kertyi 5184 merkkiä ($18 \times 48 \times 6$), kyseiset merkit on kirjoittanut 8 eri kiinalaista henkilöä.

Kuvassa 3 on havainnollistettu esimerkki kuvakokoelmasta, jota menetelmä käyttää. Kerrallaan tutkitaan 48:aa merkkiä, jotka ovat jokainen tiettyä tyyppiä.

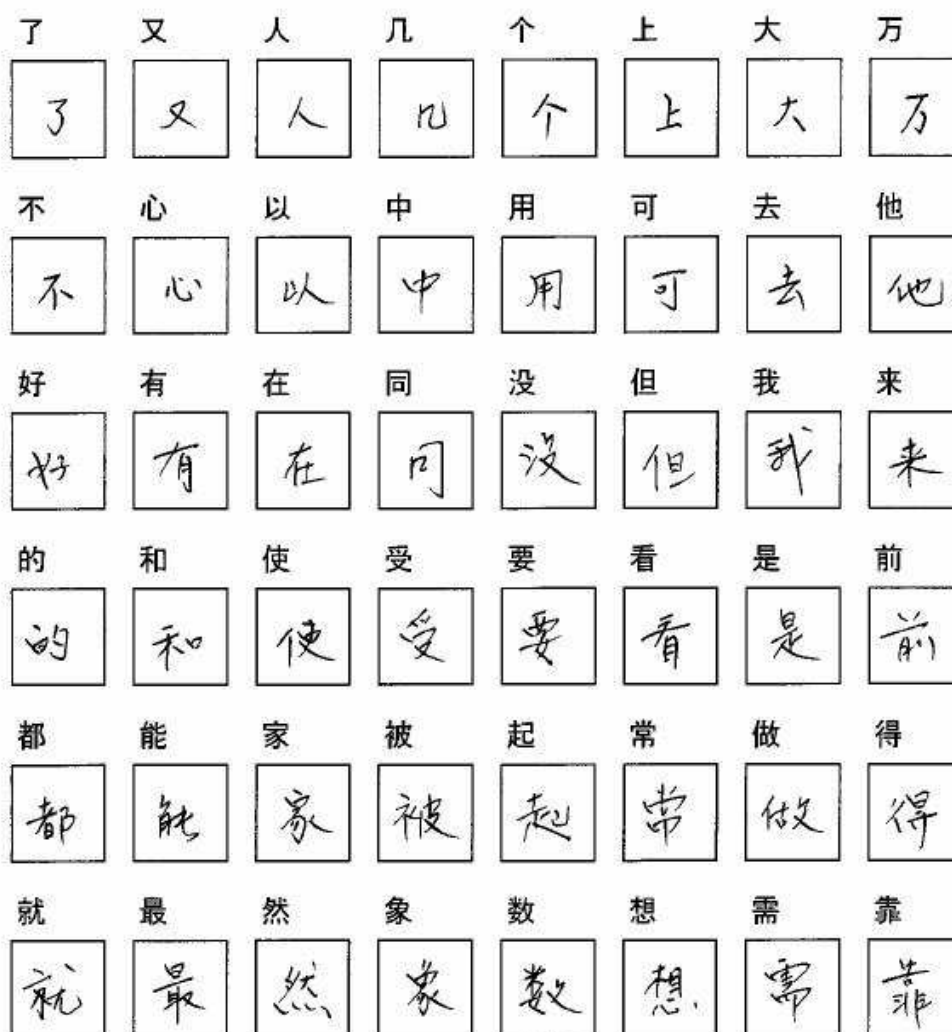


Fig. 1. Sample of collection sheet

Kuva 3 : Esimerkki merkkikokoelmasta. [Adachi, Liu, Ozaki, 2004]

Järjestelmä laskee neljän tyyppisiä kaarteita, (5, 9, 13 ja 17 pistettä) kaarteista määritellään myös suunta. Jokainen merkki saa 132 dimension vektorin (12 suuntaa x 11 kaarta).

Uusi kaarimenetelmä ei tule korvaamaan aiempia metodeja, sillä sen tunnistusprosentti ei yletä riittävän korkealle. Tunnistusprosentti on parhaimmillaan 99,7 , mutta keskimäärin se jää kuitenkin 84,6%:iin. Menetelmä on hyvin riippuvainen merkkien vakauudesta.

[Adachi, Liu, Ozaki, 2004]

3.5. Metodien yhteenveto

Edellä esiteltyjen metodien vertailu on hieman hankalaa, sillä matemaattinen osaamiseni ei riitä eri menetelmissä esiteltyjen funktioiden ja yhtälöiden tulkitsemiseen. Kuten alussa jo mainitsinkin pyrin tutkimuksessani hyödyntämään kiinan kielen osaamistani. Vertailen menetelmien tunnistusprosentteja sekä laskennan tehokkuutta. Merkkien monimuotoinen tunnistus on mielestäni tärkeää, jotta tunnistettavien merkkien skaala on mahdollisimman suuri, tällöin saadaan paras hyöty irti varsinkin kuluttajamarkkinoilla.

Metodi	Merkkien määrä	Min %	Keskiarvo %	Max %
Epäsuora esilajittelu	3 755	~92	~95	99,76
Primitiiviset ja sumeat piirteet yhdistettynä SEART neuroverkkomalliin	5 401	84,3	90,24	-
Optimaalinen näytteenottomenetelmä	3 755	90,09	91,89	-
Uusi kaarimenetelmä	5184	45,8	84,6	99,7

Taulukko 1: Metodien yhteenveto.

Taulukkoon 1 on kerätty esiteltyjen metodien keskeisimmät tiedot vertailua varten. Nopeasti katsottuna epäsuora esilajittelu näyttäisi vievän voiton, sillä tunnistusprosentit ovat selkeästi yli 90 ja maksimi lähestyy 100%:ia. Toisaalta merkkien määrä on uudessa kaarimenetelmässä kaikkein laajin, mutta vastaavasti tunnistusprosentti heittelee todella suurella vaihtelevuudella.

Tutkimuksen mukaan kaikista tehokkaimmaksi osoittautuu kuitenkin optimaalinen näytteenottomenetelmä. Prosentit ovat hyvin lähellä toisiaan, jolloin tunnistus on tasalaatuista, mutta myös sen oma strategia - ”karkeasta hienoksi” on omiaan alentamaan laskentakuluja.

4. Case-esimerkit

PenPower Mini Scaneye & PenPower Super Scaneye

PenPower-laitteet Mini Scaneye ja Super Scaneye on tarkoitettu aasialaisten merkkien skannaamiseen sekä kääntämiseen. Molemmat tukevat kiinan (perinteinen ja yksinkertaistettu), japanin, ja korean merkkejä sekä

välimerkkien käyttöä, myös käsinkirjoitettu teksti saattaa toimia. Käsinkirjoitetun tekstin tunnistusta ei kuitenkaan käyttöohjeen puolesta luvata.

Molemmat laitteet toimivat USB-portin kautta windows-ympäristöissä. Kummankin laitteen mukana tulevat ohjelmistot sisältävät sanakirjatoiminnon, mikä toimii ainakin kiinaksi ja englanniksi, eli esimerkiksi skannatun merkin voi kääntää suoraan englanniksi. Laitteilla voi kääntää myös fraaseja sekä jopa kokonaisia artikkeleita. Käytettävissä oleva käännöstila on rajallinen, joten osa tekstistä täytyy siirtää pois skannaustilasta kun haluaa jatkaa.

Laitteiden tunnistusmenetelmistä ei juurikaan kerrota käyttöoppaissa, eikä kyseisen yhtiön verkkosivuiltakaan tietoa löydy. Laitteiden käyttö vaatii tietokoneen mukana olon ohjelmiston ja sähkön puolesta, joten kovin mobiiliksi tuotteeksi sitä ei voi laskea, ellei kannettavaa ole käytössä.

Samantyyppisistä laitteista on ollut uutisointeja viime aikoina, mutta otan niihin enemmän kantaa kappaleessa ”muita sovellusalueita”.

[PenPower Technology Ltd., 2004], [PenPower Technology Ltd., 2005]

5. Muita sovellusalueita ja yhteenveto

Optista aasialaisten merkkien tunnistusta voidaan hyödyntää myös toisenlaiseen käyttöön. Edellä on esitelty kynäskannerin toimintaa, tietokoneeseen liitettynä. Muistan lukeneeni artikkelin kynäskannerista, minkä sai liitettynä pda-laitteeseen tai matkapuhelimeen. Matkapuhelin käytössä sen tarkoituksena oli nopeuttaa tekstiviestien kirjoitusta, eli merkkejä pystyi skannaamaan suoraan kirjasta tai vihkosta ja ne sai liitettynä suoraan tekstikenttään. Pda-laite puolestaan tarjosi muistion ja sanakirjan ominaisuudet, merkit pystyi tallentamaan sellaisenaan tai käännösten kanssa.

Aiemmin mainittujen kynäskannerien valmistajalta on tullut myös käyntikorttien skannauslaite. Tarkemmin en osaa sen tekniikasta tai tunnistusmenetelmistä kertoa. Käyntikorttien skannauslaite on tehty helpottamaan käyntikorttien säilyttämistä. Laitteella voi skannata käyntikortin ja tallentaa sen sisältämän tiedon suoraan tietokoneelle tai pda-laitteelle. Skanneri tukee aasialaisten merkkien tunnistusta, joten itämaiset kortit on myös helppo taltioida.

Edellä mainittujen laitteiden markkinat ovat toistaiseksi vielä kovin Aasiapainotteisia, mutta uskon länsimaiden kiinnostuvan asiasta, kun laitteet saadaan oikeasti mobiilikelpoisiksi ja toimimaan ongelmitta.

Itse kiinan kielen opiskelijana olen huomannut, että varsinkin merkkien opiskelu on todella hankalaa ja aikaa vievää. Kun tällaisten laitteiden sanakirjaominaisuudet saadaan kattaviksi, uskon että ne auttavat länsimaalaisia Aasianmatkoilla. Tietysti myös merkkien kattava tunnistaminen on tärkeää saada

toimimaan, sekä tunnistusprosentti pitää saada mahdollisimman korkealle. Vaarana kyseisten laitteiden käytössä on tietenkin se, että jos niihin luotetaan sokeasti, saattaa virheen sattua mennä kauppasopimukset sivu suun, tai aiheutua kansallisloukkaus.

Tutkimuksessani olen käynyt läpi muutaman erilaisen merkkien-tunnistusmetodin pääpiirteet sekä perehtynyt hieman tämänhetkisiin sovelluksiin. Tutkimukseni päätarkoitus oli kartoittaa tämänhetkinen tilanne optisen merkintunnistuksen saralla. Lyhyesti sanottuna, hyvältä näyttää, mutta paljon on vielä tehtävää, ennen kuin saadaan kunnolla toimivia laitteita länsimaisille kuluttajille asti.

Viiteluettelo

- [Adachi, Liu, Ozaki, 2004] Yoshinori Adachi, Min Liu, Masahiro Ozaki, A New Similarity Evaluation Function for Writer Recognition of Chinese Character, *KES 2004, LNAI 3214*, Springer-Verlag, 2004, 71-76.
- [Lee, *et al.*, 1998] Hahn-Ming Lee, Chung-Chieh Sheu ja Jyh-Ming Chen, Handwritten chinese character recognition based on primitive and Fuzzy features via the SEART neural net model, *Volume 8, Number 3*, Kluwer Academic Publishers B.V., 1998.
- [PenPower Technology Ltd., 2004] support@penpower.net, *PenPower Mini Scaneye V1.0 User Manual*, 2004.
- [PenPower Technology Ltd., 2005] support@penpower.net, *PenPower Super Scaneye V2.0 User Manual*, 2005.
- [Sibert, *et al.*, 1987] John Sibert, Michael G. Buffa, Hewitt D. Crane, Wolfgang Doster, James Rhyne ja Jean Renaerd Ward, Issues limiting the acceptance of user interfaces using gesture input and handwriting character recognition (panel), *CHI'87: Proceedings of the SIGCHI/GI conference on Human factors in computing systems and graphics interface*, ACM Press, 155-158.
- [Zhang ja Ding, 2000] Rui Zhang ja Xiaoqing Ding, Offline Handwritten Chinese Character Recognition Using Optimal Sampling Features, *ICMI 2000, LNCS 1948*, Springer-Verlag, 2000, 458-465.
- [Zhen ja Dai, 2000] Lixin Zhen ja Ruiwei Dai, Off-Line Handwritten Chinese Character Recognition with Nonlinear Pre-classification, *ICMI 2000, LNCS 1948*, Springer-Verlag, 2000, 473-479.

VOICE OVER INTERNET PROTOKOLLA - Protokollat ja tietoturva

Rami Törmä

Tiivistelmä

Tutkimuksessa tarkastellaan Voice Over Internet Protokollaa (VoIP) koskevia tietoturvauhkia, niiltä suojautumista sekä protokollan mahdollistamia tietoturvalmiuksia. IP-puhelun suojaaminen on haastavaa johtuen VoIP-standardien monimutkaisuudesta ja IP-verkkojen rakenteesta. Puhelu kulkee usein sekä yksityisten että julkisten verkkojen läpi, joten VoIP on alttiina kaikille IP-ympäristön yleisimmille uhille. Järjestelmä käyttää päätelaitteinaan IP-verkon laitteiden lisäksi myös perinteisen puhelinverkon ja matkapuhelinverkon puhelimia. Tällainen, eri puheluteknologioiden yli ulottuva ympäristö laajentaa tietoturvariskien määrää perinteisiä IP-palveluita suuremmaksi.

Tavallisimpia VoIP-uhkakuvia ovat puhelun salakuuntelu, roskapostitus, osoitehuijaukset, teletunnistetietojen keräys ja palvelunestohyökkäykset. Näiden torjumiseksi istunnoissa tulisi varmistaa yhteyksien luottamuksellisuus, eheys sekä varmistua todennuksen avulla osapuolten tunnistuksesta. Tutkimukseen sisältyvät VoIP-standardit, yhteysjakson aloitusprotokolla (Session Initiation Protocol, SIP) ja H.323, eivät varsinaisesti sisällä näitä tietoturvaominaisuuksia. Molemmat standardit kuitenkin tukevat yleisten IP-verkon kuljetus- ja sovelluskerrosten turvaprotokollien käyttöä.

Avainsanat ja -sanonnat: Voice over IP, tietoturva, protokolla, Session Initiation Protocol, H.323.

CR-luokat: C.2.2

1. Johdanto

Kiihtyvällä tahdilla yleistynyt Voice over Internet Protocol (VoIP) tarkoittaa tekniikkaa jolla siirretään ääntä tai videokuvaa Internet Protocol- (IP) perusteisissa verkoissa. Käytännössä tällaisia verkkoja ovat internet ja paikallisverkot.

Perinteiseen puhelinjärjestelmään nähden VoIP tarjoaa kolme suurta etua [CISCO, 2001]. Tekniikka käyttää muun tietoliikenteen kanssa yhteistä infrastruktuuria ja kuljetusprotokollaa jolloin saavutetaan kustannussäästöjä muun muassa yhteisten kaapelointien, verkohallinnan, käytettävien laitteiden ja ylläpidon ansiosta. Luonnollisesti myös itse IP-puhelut ovat perinteisiä halvempia tai jopa ilmaisia. Edullisuutensa lisäksi VoIP mahdollistaa täysin

uudenlaisten palvelujen, kuten tiedostojen siirron, multimediakonferenssien tai erilaisten puheominaisuuksia sisältävien palvelujen syntymisen ja tarjoamisen. Koska VoIP on täysin avoin standardi, on yhteensopivien tuotteiden valmistus mahdollista kenelle hyvänsä, mikä ehkäisee palvelujen tulemistä riippuvaisiksi vain muutamista toimijoista.

Mainittujen etujen lisäksi VoIP mahdollistaa perinteistä piirikytkentäistä puhelinverkkoa (Public Switched Telephone Network, PSTN) joustavamman ja paikkaan rajoittumattomamman tavan puheluiden soittamiseen. Puhelua voidaan tehdä maailmanlaajuisesti minkä tahansa riittävän suuren kaistanleveyden tarjoavan kiinteän tai langattoman internetliitännän kautta. Vaadittava kaistanleveys riippuu käytettävästä tiedonpakkaustavasta, esimerkiksi G.729 tarvitsee toimiakseen ainoastaan 26,1Kb/s [Satumäki, 2002].

Huonona puolena normaaliin puhelinverkkoteknologiaan nähden IP-puhelun äänenlaadussa saattaa esiintyä suuriakin vaihteluja pakkaustavasta, verkon kuormituksesta sekä pakettien viiveestä ja sen vaihtelusta riippuen. Lisäksi toimiminen samassa järjestelmässä muun tietoliikenteen kanssa aiheuttaa lukuisia tietoturvaongelmia jotka aiheutuvat verkon rakenteesta ja IP-liikenteen luonteesta. Tietomurtojen, palvelunestohyökkäysten ja virusten aiheuttamien uhkien lisäksi salaamaton IP-puhelu voidaan esimerkiksi siepata verkosta ja kuunnella. Myös salatusta puhelinyhteydestä voidaan kerätä teletunnistetietoja. IP-puheluita koskevia tietoturvauhkia esiintyy organisaatioiden sisäverkoissa, julkisissa verkoissa sekä standardien puutteen vuoksi eri operaattoreiden verkkojen yhteenliittymätoteutuksissa.

Koska kyseessä on verrattain uusi ja edelleen kehitysvaiheessa oleva turvattomassa verkossa toimiva teknologia, on aiheellista tutkia tekniikan tietoturvauhkia ja niiltä suojautumista sekä yleisellä että protokollatasolla.

2. Voice over IP:n kehitys

Voice over IP on tekniikkana sangen nuori. Ensimmäiset kaupalliset, yritysten puhelinkuluja pienentämään kehitetyt VoIP-tuotteet ilmaantuivat markkinoille vuonna 1995 [CISCO, 2001]. IP-puhelujen yleistyessä ilmeni tarve standardeille joita kehitettiin useita kappaleita. Tärkeimmät kolme standardia ovat International Telecommunication Unionin (ITU-T) H.323-standardi sekä The Internet Engineering Task Forcen (IETF) julkaisemat Media Gateway Control Protocol (MGCP) ja Session Initiation Protocol (SIP). Standardeista vanhin ja laajimmalle levinnyt on vuonna 1996 ensiversionsa saanut H.323 [Satumäki, 2002]. Vuonna 1998 syntyneen MGCP-standardin tarkoituksena on yksinkertaistaa puhelunohjausta keskittämällä puhelujen yhteydenmuodostus [Davidson ja Peters, 2002]. Koska MGCP on lähinnä VoIP:n ja yleisen

puhelinverkon välissä toimiva yhdyskäytäväprotokolla, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi SIP-yhteydessä, keskitytään tässä tutkimuksessa ainoastaan kahteen yleisimpään, H.323 ja Session Initiation standardeihin, jotka molemmat tulevat todennäköisesti säilymään rinnakkaiskäytössä pitkälle tulevaisuuteen. Itse asiassa H.323 ja SIP ovat yksittäisen standardin tai protokollan sijasta enemmänkin pakettipohjaisuuteen perustuvia, multimediamiestinnän mahdollistavia järjestelmiä. Yksinkertaisuuden vuoksi niihin viitataan tässä tutkimuksessa kuitenkin standardeina tai protokollina.

Tulevaisuudennäkymät IP-puhelujen kohdalla näyttävät erittäin valoisilta. Market-Visio Oy:n ja IDATEN tutkimusten mukaan noin neljännes Japanilaisista ja Yhdysvaltalaisista suuryrityksistä käyttää jo nyt VoIP-järjestelmiä. Euroopassa käyttö koskee vastaavasti joka viidettä ja Suomessa joka kymmenettä yritystä. FiComin esittämien arvioiden mukaan kuitenkin jo vuoden 2005 loppuun mennessä Suomen osalta käyttöaste olisi noussut 30 prosenttiin, ja 2007 vuonna jopa puolet suurista suomalaisorganisaatioista käyttäisi IP-puheluita. [Svento, 2005] Käyttöaste on nousussa myös yksityisten käyttäjien kohdalla. Suosituimmalla IP-puheluohjelma Skypellä on yli 29 miljoonaa käyttäjää, joiden lukumäärä kasvaa yli 155000:lla päivittäin [Skype, 2005]. Skype'n toiminta perustuu vertaisverkkoperiaatteeseen eikä siten vaadi toimintaansa erillisiä palvelimia. Ohjelma toimii lähes ongelmitta myös palomuurien ja osoitemuunnosten (Network Address Translation, NAT) läpi. Monilla SIP-järjestelmillä on näillä alueilla edelleen ongelmia. Skype käyttää lisäksi puhelujen salausta, minkä ansiosta sen käyttö on ilmeisen turvallista. Valitettavasti Skype on kuitenkin täysin suljettu järjestelmä eikä sen toiminnasta ole saatavilla mitään julkista tietoa minkä vuoksi kyseisten IP-puheluiden tarkempi tutkiminen on rajattu pois tästä tutkimuksesta.

Pelkkään puhumiseen ei VoIP-tekniikan hyödyntäminen jää, vaan sitä tullaan varmasti käyttämään osana interaktiivisia sovelluksia kuten verkkopelejä, internetkaupankäyntiä, internetpohjaista puhelujen hallintaa, esimerkiksi web-sivulta asiakaspalveluun avattavia puheluja, puhelimen kautta käytettäviä puhelinluetteloita, aikatauluja sekä kuvien ja videokuvan siirtoa.

Uuden ulottuvuuden IP-puheluille antaa myös langattomien päätelaitteiden yleistymisen. Itse asiassa Ahuja ja Ensor [2004] toteavat VoIP-palvelujen jopa edistävän langattomien ja kaapeliverkkojen yhdistymistä. IP-verkon käytön edullisuuden vuoksi on palveluntarjoajien etujen mukaista käyttää kaikelle liikenteelle yhteistä runkoverkkoa, johon langattomatkin laitteet yhdistetään. Tämä käytäntö laajentaa verkossa toteutuvien tietoturvariskien vaikutuksia täysin uusille alueille.

IP-puheluita koskevia tietoturvaohjeita, joita tietoliikenteen yhdyntyminen luo, on esimerkiksi kaikelle tietoliikenteelle yhteisten hallintakeskusten syntyminen. Jos samoilla laitteilla, samassa paikassa, käsitellään sekä puhe että muu langattomista-, kiinteistä- ja matkapuhelinyhteyksistä tuleva verkkoliikenne kuten sähköposti ja www-liikenne, on kyseessä organisaation kannalta kriittinen keskus. Tällaisen keskuksen tukkeutuminen tai alasajo aiheuttaisi organisaatiolle mittavia vahinkoja.

VoIP-puhelujen tietoturvaa voidaan parantaa ottamalla käyttöön Internet Protocol version 6 (IPv6) ja käyttämällä sen tarjoamia varmentamis- ja salaamenetelmiä. Toisaalta yleinen siirtyminen IPv6:een aiheuttanee myös uusia uhkakuvia esimerkiksi laajentuneen osoiteavaruuden muodossa, joka tulee lisäämään internetiin kytkettyjen laitteiden määrää tulevaisuudessa dramaattisesti. Tämä puolestaan kasvattaa esimerkiksi virusten ja hakkereiden mahdollisuuksia tukkia H.323- ja SIP-verkkoa entistä suuremman verkkolaitemäärän avulla.

3. Protokollat

Tässä luvussa tarkastellaan lähemmin kahta tärkeintä VoIP:n merkinantoprotokollaa, jotka ovat H.323 ja SIP. Lisäksi tutkitaan muutamia tuki- ja tietoturvaprotokollia, joiden avulla H.323:n ja SIP:n toiminta mahdollistetaan, suojataan tai sitä yksinkertaistetaan.

Merkinantoprotokollan avulla hoidetaan puhelun muodostus, purkaminen sekä aktiivisena olevan yhteyden hallinta [Porter, 2004]. Sekä H.323 että SIP perustavat toimintansa lukuisten muiden protokollien hyödyntämiseen. Merkinantoprotokollan lisäksi VoIP-yhteydessä käytetään näin ollen äänen ja multimedian kuljetukseen RTP- ja RTCP-protokollia. Niiden tehtäviä käsitellään tarkemmin kohdassa 3.3.1. IP-puhelussa hyödynnetään tarpeen mukaan erilaisia tukiprotokollia kuten Telephony Routing over IP:tä (TRIP) tai vaikka Session Announcement Protokollaa (SAP) [Porter, 2004]. Lisäksi VoIP-järjestelmät käyttävät lukuisia IP-verkkojen ja niiden laitteiden toiminnan vaatimia yleisiä protokollia kuten Trivial File Transfer Protokolla (TFTP) Simple Network Management Protocol (SNMP) Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). Turvallisen puhelun vaatimukseen sisältyy myös tietoturvaprotokollien, esimerkiksi kohdassa 3.3.5 kuvatun IPSecin, käyttö.

3.1. H.323

H.323-merkinantoprotokolla on raskas ja lähempänä perinteistä PSTN-arkkitehtuuriajattelua kuin IP-verkon toimintaperiaatteita. Itse asiassa se perustuukin Integrated Services Digital Network (ISDN) eli Q.931-

protokollaan, minkä ansiosta H.323 kykenee toimimaan helposti perinteisen puhelinverkon kanssa. [CISCO, 2001]

H.323-arkkitehtuuri perustuu neljän erilaisen laitetyypin varaan. Päätelaitte (terminal) voi olla IP-puhelin, IP-sovittimella varustettu perinteinen puhelin, matkapuhelin tai vaikka VoIP-ohjelmaa käyttävä tietokone. Portinvartija (gatekeeper) huolehtii siihen rekisteröityneiden laitteiden E.164-standardin mukaisten perinteisten puhelinnumeroiden ja niitä vastaavien H.323 ID-osoitteiden eli sähköpostimaisten VoIP-osoitteiden osoitemuunnoksista. Lisäksi portinvartijat huolehtivat kaistanvarauksesta sekä puhelujen muodostuksesta ja purkamisesta. [CISCO, 2005; Porter, 2004] Yhdysväylä (gateway) mahdollistaa eri verkkojen yhteensovittamisen muuntamalla esimerkiksi IP-verkosta tulevan liikenteen PSTN-verkkoon sopivaksi. Monipisteohjain (MCU) puolestaan mahdollistaa useamman kuin kahden päätelaitteen osallistumisen VoIP-istuntoon [Satumäki, 2002].

H.323-yhteys muodostetaan päätelaitteiden välille yleensä portinvartijan avulla. Mikäli kyseessä on PSTN-päätelaitte, ohjataan sen liikenne yhdysväylän läpi. Varsinainen yhteyden muodostus suoritetaan merkinannosta huolehtivan H.225- ja mediapakettien ohjauksesta huolehtivan H.245-protokollan avulla. Yhteyden läpi kuljetettava ääni pakataan esimerkiksi G.723.1-standardilla, minkä jälkeen äänipaketit lähetetään median kuljetuksesta huolehtivan RTP-protokollan avulla vastaanottajalle. Tietovirran tilan valvontaan käytetään RTCP-protokollaa. Tarvittaessa äänipakettien salauksesta voidaan huolehtia H.235-tietoturva-protokollan avulla. [OpenH323, 2004; Davidson ja Peters, 2002]

3.2. SIP

H.323:a uudemman SIP:n toiminta perustuu yksinkertaisiin tekstipohjaisiin merkinantosanomiiin, joiden avulla muodostetaan, ylläpidetään ja puretaan multimediaistuntoja. SIP tukee monen päätelaitteen istuntoon osallistumista sekä monilähetysistuntoja [Davidson ja Peters, 2002].

Itse asiassa SIP on vain osa IETF:n multimedia-arkkitehtuuri RFC-ehdotuksia, numeroltaan RFC 2543. Muita arkkitehtuuriin kuuluvia ehdotuksia, joita SIP käytännössä hyödyntää, ovat esimerkiksi tosiaikainen virtausprotokolla (Real-Time Streaming Protocol, RTSP) ja istunnon ilmoitusprotokolla (Session Announcement Protocol, SAP). SIP ei kuitenkaan ole riippuvainen muista RFC-protokollista [Davidson ja Peters, 2002].

Joustavuutensa ansiosta SIP kykenee toimimaan myös yhdessä muiden merkinantoprotokollien kuten H.323:n kanssa. Protokollan arkkitehtuuri on siis kevyempi, mukautuvampi ja lähempänä internetin arkkitehtuuria kuin H.323. Näiden, edellä mainittujen ominaisuuksiensa ansiosta SIP onkin kiihtyvällä tahdilla vallannut markkinoita H.323-järjestelmiltä.

SIP-arkkitehtuuri perustuu käyttäjäagentteihin, jotka toimivat asiakas-palvelin-periaatteen mukaisesti. Käyttäjäagentti koostuu asiakaskäyttjäagentista (User Agent Client, UAC), joka on soiton tekevä agentti sekä palvelinkäyttjäagentista (User Agent Server, UAS), joka on soiton vastaanottava agentti. Käyttäjäagentti voi olla asiakkaan tai vastaanottajan päätelaite tai se voi sijaita välityspalvelimessa (SIP proxy). Välityspalvelin voi edustaa lähettäjä tai vastaanottajaa. Se kykenee tulkitsemaan ja muuntamaan pakettiotsikoita ja esiintymään siten yhteyspyynnön lähettäjänä. Näin voidaan esimerkiksi varmistaa yhteyden kulku välityspalvelimen kautta sen edustamalle asiakkaan käyttäjäagentille. [Arora, 1999; Davidson ja Peters, 2002].

SIP-järjestelmä sisältää myös uudelleenohjauspalvelimia (Redirect Server), joiden tehtävänä on lähinnä keventää välityspalvelinten kuormaa. Nämä palvelimet eivät muodosta tai ota vastaan puheluja. Sen sijaan uudelleenohjauspalvelin palauttaa samaansa pyyntösanomaa vastaan uudelleenohjaussanomana, josta kyselyn lähettänyt UAC saa uuden osoitteen pyyntöään varten. Osoite voi viitata esimerkiksi suoraan vastaanottajan päätelaitteeseen tai sitä edustavaan välityspalvelimeen. [Arora, 1999]

Kolmas SIP-arkkitehtuurin mukainen palvelintyyppi on sijaintitietopalvelin (Location Server). Sen tarkoituksena on tukea päätelaitteiden liikkuvuutta verkossa. Palvelin pitää kirjaa toimialueensa käyttäjäagenteista ja ottaa vastaan näiden sijaintipäivitysilmoituksia. Puhelun muodostusvaiheessa sijaintitietopalvelimelta tiedustellaan halutun päätelaitteen paikkatietoa, minkä jälkeen puhelu kyetään muodostamaan oikeaan osoitteeseen [Arora, 1999].

SIP-istunto voidaan muodostaa joko välityspalvelinten tai uudelleenohjauspalvelinten välityksellä. Välityspalvelin-yhteydessä palvelin toimii nimensä mukaisesti käyttäjäagentin välittäjänä. Toisin sanoen päätelaite ottaa yhteyden välityspalvelimeen, joka selvittää esimerkiksi sijaintitietopalvelimen avulla vastaanottajan tai tätä edustavan välityspalvelimen osoitteen. SIP-merkinantoviestien avulla tapahtuvan yhteydenmuodostuksen jälkeen varsinainen puhelu voidaan ohjata kulkemaan suoraan soittajan ja vastaanottajan välillä tai kierrättää se edelleen välityspalvelinten kautta. Reitittämällä koko liikenne välityspalvelimen kautta saadaan puhelu toimimaan esimerkiksi palomuurin läpi ja välityspalvelimesta riippuen nostettua myös yhteyden tietoturvasoa.

Mikäli puhelu muodostetaan uudelleenohjauspalvelimen välityksellä, kysyy palvelin sijaintitietopalvelimelta ainoastaan vastaanottajan päätelaitteen sijaintitiedon, jonka se palauttaa vastauksena UAC:lta samaansa pyyntöön.

Tämän jälkeen UAC muodostaa yhteyden suoraan vastaanottajan päätelaitteeseen tai sitä edustavaan välityspalvelimeen.

3.3. Tuki- ja tietoturvaprotokollat

VoIP-vaatii toimintaansa ja turvalliseen käyttöönsä useita tuki- ja tietoturvaprotokollia. Tässä luvussa esitellään lyhyesti muutamia yleisimpiä tällaisia protokollia.

3.3.1. RTP ja RTCP

VoIP-puheluiden pakettien siirtämiseen IP-verkossa käytetään yhteydetöntä protokollaa nimeltä User Datagram Protocol (UDP). UDP ei kuitenkaan sisällä IP-puhelun aikakriittisen luonteen kannalta riittävästi tietoa, minkä vuoksi äänipakettien kuljetus hoidetaan UDP:n päällä toimivan Real-time Transport Protokollan avulla. RTP on näin ollen päästä-päähän-yhteyden periaatteella toimiva, reaaliaikaisen puheen ja videokuvan välittämiseen kehitetty protokolla. Varsinainen VoIP-puhelun ääni kulkee siis RTP/UDP/IP-pakettiotsikolla [Davidson ja Peters, 2002, Digital Tool 2004].

Real-time transport control protocol (RTCP) on RTP:n kanssa käytettävä ohjausprotokolla, jonka tehtävä on mahdollistaa muun muassa laadunseuranta sekä äänen ja kuvan tahdistus [Porter, 2004].

Sekä SIP että H.323-yhteydet tarvitsevat kahden pisteen istuntoa varten käyttöönsä kaksi tietoliikenneporttia RTP:lle ja kaksi RTCP:lle. Näiden neljän portin lisäksi tarvitaan luonnollisesti vielä viides portti puhelun signaloinnille. [Digital Tool, 2004]

3.3.2. MIP

Mobile IP (MIP) on Internet Protokollan laajennus joka mahdollistaa laitteiden liikkumisen eri verkkojen välillä ilman sovellukselle näkyvää yhteyden katkeamista. MIP toimii sekä IPv4:n että IPv6:n päällä. [IETF Mobile IP, 2002] MIP ei sisällä tietoturva-ominaisuuksia vaan sen turvallinen käyttö vaatii aina jonkin salaustekniikan, esimerkiksi IPsec:n käyttämistä.

3.3.3. HIP

Host Identity Protocol (HIP) on vielä kehitysasteella oleva protokolla, joka mahdollistaa verkkolaitteiden turvallisen liikkuvuuden. Protokolla tukee moniosoitteisia (multi-homing) ympäristöjä, joissa verkkolaitteella voi olla useita IP-osoiteita sen ollessa kytkeytyneenä moneen verkkoon. HIP käyttää omaa osoiteavaruutta (Host Identity namespace), jolla se ratkaisee loppumassa olevien IP-osoitteiden ongelman ilman IPv6:n käyttöönottoa. Lisäksi HIP

tarjoaa yhdysväylän IPv4:n ja IPv6:n väliselle liikenteelle. [Moskowitz and Nikander, 2004]

3.3.4. H.235

H.235-tietoturvaprotokollaa voidaan hyödyntää H.323-järjestelmissä. Suojaukseen käytetään joko Secure Sockets Layer- (SSL) tai IPSec-protokollaa. H.235 käyttää käyttäjätunnistukseen salasanaa, digitaalista varmennetta (certificate) tai näitä molempia. [Digital Tool, 2004]

3.3.5. IPSec

IPsecurity (IPsec) on IETF:n määrittelyihin perustuva protokollien kokoelma, joka tarjoaa kolme menetelmää lisätä päästä-päähän-yhteyden turvallisuutta IP-tasolla. Todennuksella (authentication) varmistutaan tiedon muuttumattomuudesta ja siitä että osapuolet todella ovat niitä, joita väittävät olevansa. Salauksen avulla tieto sekoitetaan siten että sitä ei voida lukea ilman oikeaa avainta. Avaintenhallinnan avulla IPSec puolestaan mahdollistaa avainten sopimisen osapuolten välillä [Perlmutter, 2001]. IPSecille löytyy tuki nykyisestä Internet Protocol version 4:stä (IPv4) ja seuraavassa IPv6:ssa IPSec on jo osana standardia.

3.3.6. VPN

Virtuaalinen yksityisverkko (Virtual Private Network, VPN) tarkoittaa turvattoman yhteyden kuten internetin läpi toimivaa, salauksen avulla suojattua yksityisverkkoa, joka käyttäytyy paikallisverkon tavoin. Virtuaalisen yksityisverkon luomisessa käytetään yleisimmin IPSec suojausta [CISCO, 2002]. Muita VPN-ratkaisuja ovat muun muassa Level 2 Tunneling Protokolla (L2TP) [Perlmutter, 2001], Point to Point Tunneling Protokolla (PPTP) tai uusin vaihtoehto Multiprotocol Label Switching (MPLS) tekniikka.

4. Tietoturva

Tämä luku käsittelee VoIP-järjestelmien tietoturvan merkitystä, sekä IP-puhelujen tietoturvauhia ja niiden suhdetta perinteisten puhelinjärjestelmien uhkakuviin. Lisäksi luvussa tarkastellaan mistä tietoturvauhat johtuvat ja kuinka niiltä voidaan suojautua.

4.1. Tietoturvan merkitys

IP-puhelujen yhteydessä tietoturvan merkitys on sama kuin muunkin verkkoliikenteen kohdalla. Tavoitteena on turvata IP-puhelujen saatavuus (availability), luottamuksellisuus (confidentiality) ja yhteyden eheys (integrity) sekä mahdollistaa käyttäjien todennus (authentication) ja huolehtia heidän

käyttövaltuuksiensa (authorization) oikeellisuudesta [Sicker and Lookabaugh, 2004].

Saatavuudella tarkoitetaan järjestelmän ja palveluiden toimimista ja saatavilla olemista eli VoIP:n tapauksessa puheluiden muodostus- ja vastaanottamismahdollisuuksien turvaamista. Luottamuksellisuudella tarkoitetaan tietojen pysymistä ainoastaan niiden käyttämiseen oikeutettujen henkilöiden hallussa. IP-puhelujen kohdalla luottamuksellisuuden voidaan katsoa käsittävän liikenteen selkokielistä sisältöä sekä yhteyksien teletunnistetietoja kuten puhelun kestoa ja siihen osallistujia. Eheydellä tarkoitetaan tietojen muuttumattomuutta, oikeellisuutta ja ajantasaisuutta. Käyttövaltuuksien ja todennuksen tarkoituksena on estää palvelun käyttö muilta kuin valtuutetuilta henkilöiltä. IP-puheluissa tämä tarkoittaa lähinnä varmistusta yhteyden osapuolten ilmoittamien tunnistetietojensa paikkansa pitävyydestä.

Tietoturvan muodostus VoIP-puhelujärjestelmään on vaikeaa johtuen lukuisista eri järjestelmä- ja ohjelmatoimittajista (vendor), sekä monista hyödynnettävistä protokollista. Järjestelmän monimutkaisuuden vuoksi siitä todennäköisesti tulee löytymään haavoittuvuuksia pitkälle tulevaisuuteen. [Porter, 2004]

4.2. Tietoturvauhat

IP-puheluita koskevat tietoturvauhat eroavat merkittävästi perinteisen puhelinverkon ja matkapuhelinverkon uhista. PSTN-liikenteen eheys, saatavuus ja todennus perustuvat lähinnä fyysiseen turvallisuuteen verkon ja paikkatiedon osalta. Matkapuhelinverkoissa yhteyskeskukset ja laitteisto ovat yksityisiä. Verkon radioliikenne sen sijaan on julkista ja siepattavissa, minkä vuoksi se salataan. [Sicker and Lookabaugh, 2004]

Koska VoIP käyttää päätelaitteina myös matkapuhelimia ja PSTN-verkon puhelimia, voidaan niiden tietoturvahkien katsoa koskettavan myös VoIP-puheluita. Tämän lisäksi VoIP toimii hyvin usein internetin läpi, joten järjestelmää koskevat kaikki julkisen IP-liikenteen uhat. Internetliikenteen uhkia vastaan VoIP-järjestelmässä voidaan soveltaa samoja suojautumiskäytäntöjä kuin muidenkin IP-palvelujen kohdalla. Sen sijaan liittospisteet Matkapuhelin- ja PSTN-järjestelmiin ovat täysin uutta tietoturvan aluetta.

VoIP-järjestelmää koskevat tietoturvauhat voidaan jakaa koskemaan esimerkiksi verkkoa, kuljetusprotokollia kuten RTP, VoIP-laitteita kuten päätelaitteet, välityspalvelimet, reitittimet, portinvartijat, yhdyskäytävät sekä näillä sijaitsevia IP-puheluista riippuvia ja riippumattomia ohjelmistoja [Davidson ja Peters, 2002]. Nämä uhat voivat olla luonteeltaan tahattomia

laitteistovikoja, onnettomuuksia tai suunnitteluvirheitä sekä tahallisia hyökkäyksiä järjestelmää vastaan.

Hyökkäykset voidaan jaotella esimerkiksi tekotavan, kuten fyysinen hyökkäys, tai vaikka verkkotyypin perusteella. Esimerkiksi organisaation sisäverkossa tehtävän IP-puhelun voisi kuvitella olevan huomattavasti turvallisempi kuin internetin yli muodostetun puhelun. Hyökkääjien määrä organisaation sisällä on toki murto-osa verrattuna julkiseen verkkoon mutta yksi luotetussa verkossa toimiva tai sinne murtautumaan onnistunut vihamielinen taho saa helposti aikaan suurta tuhoa [Digital Tool, 2004]. CISCON [2002] määritelmässä jaetaan tietoturvaohat SIP-perustaisten verkkojen kohdalla sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin. Ulkoisen uhan muodostavat kolmannet osapuolet, jotka eivät ole osallisina puhelussa tai sen muodostuksessa. Sisäinen uhka muodostuu puhelun osallistujista, joiden tekemää hyökkäystä on vaikea jäljittää. Jäljittäminen on hankalaa koska hyökkääjällä on puhelun ansiosta pääsy organisaation sisäverkkoon, jossa varsinainen hyökkäys tapahtuu.

4.3. Tietoverkkohyökkäykset

VoIP toimii monimutkaisessa tietoliikenneympäristössä, jossa esiintyy useita mahdollisia hyökkäyskohtia ja -menetelmiä. Verkkohyökkäyksiä on yleensä hyvin vaikea jäljittää [CISCO, 2002]. Jäljitettävyyttä voidaan hankaloittaa esimerkiksi väärentämällä haittaliikennepakettien lähettäjäkentät. Tämän lisäksi hyökkäykset suoritetaan yleensä aiemmin murrettujen koneiden kautta, joten jäljet eivät johda suoraan hyökkääjään.

Yleisiä IP-puheluita uhkaavia hyökkäyksiä ovat esimerkiksi salakuuntelu (eavesdropping), jossa siepataan äänipaketteja [CISCO, 2002]. Pakettien sieppaamiseen voidaan käyttää lähes mitä tahansa verkkoanalyyttoria. Ethereal esimerkiksi osaa muuntaa siepatun salaamattoman UDP-tietovirran suoraan kuunneltavaksi äänitiedostoksi [Brewis, 2005]. Vastaavaan puhelun sieppaamiseen ja kuunteluun on kehitetty myös oma tietoturvatyökalu nimeltä voice over misconfigured internet telephones (vomit).

Toinen VoIP-uhka on roskapostia vastaava Spam over Internet Telephony (SPIT), joka on, samoin kuin roskapostikin, lähettäjälle ilmaista ja vastaanottajalle häiritsevää. VoIP-ohjelmistot voidaan toki varustaa ominaisuudella, jolla kytetään kieltämään halutuista numeroista tulevat puhelut tai hyväksymään puhelut ainoastaan erikseen määritellyistä numeroista. Nämäkin keinot eivät kuitenkaan auta, jos soittojen takana on vaikka sallitusta numerosta soiton suorittava virus, tai puhelun tietoliikennepaketeissa on väärennetty soittajan numerotieto.

Numerohuijausten tekniikassa (caller id spoofing) tietoliikennepaketteihin vaihdetaan soittajan numerotieto, jolloin vastaanottajalle näkyy todellisen

soittajan numeron sijasta hyökkääjän haluama numero. Tämän tekniikan pohjalta on syntynyt jopa kaupallisia palveluita kuten Camophone.com, jonka avulla soittaja voi muuttaa puhelunsa numero- ja nimitiedot haluamikseen. Väännettyjä numerotietoja voidaan käyttää esimerkiksi selvittäessä uhrin henkilö- tai luottotietoja. Jos puhelu näyttää tulevan esimerkiksi pankista, saattaa uhri antaa helposti halutut tiedot. [Kotilainen, 2005]

Näiden, erityisesti IP-puheluita koskevien hyökkäysten lisäksi VoIP kärsii luonnollisesti lähes kaikista yleisistä IP-verkkoa koskevista tietoturvauhista kuten viruksista, madoista, vakoilu- ja muista haittaohjelmista sekä palvelunestohyökkäyksistä (Denial of Service, DoS). VoIP-järjestelmän kyseessä ollessa voidaan DoS-hyökkäys toteuttaa esimerkiksi tukkimalla välityspalvelin tai ääni-yhdyskäytävä haittaliikenteen avulla.

4.4. Protokollien tietoturva

VoIP-teknologia käyttää tai mahdollistaa useiden kymmenien eri protokollien ja teknologioiden käytön. Esimerkiksi H.323-standardi sisältää yli 40 eri ohjelmistotoimittajien ohjelmatoteutusta [Porter, 2004]. Lukuisten eri protokollien käyttö on myös VoIP:n vahvuus, jota tulee hyödyntää tietoturvan luomisessa. H.323:n tapauksessa kyseeseen tulee lähinnä kohdassa 3.3.4 käsitellyn H.235-tietoturvaprotokollan käyttö. SIP käytössä yhteyden turvaamiseen sopivia tekniikoita ovat muun muassa Secure Shell (SSH), SSL, VPN, IPSec [Digital Tool, 2004]. Tulevaisuudessa IP-puheluiden tietoturva voitaneen hoitaa myös kohdassa 3.3.3 esitellyn Host Identity Protokollan avulla.

Koska VoIP-standardit ovat avoimia, kukaan ei valvo ohjelmien suunnittelua, toteutusta tai testausta, joissa ilmenevät virheet tai puutteet saattavat avata tietoturva-aukkoja [Sicker and Lookabaugh, 2004]. Tämän vuoksi ohjelmien toimintaa ja asetuksia on tarpeellista testata eri tasoilla. Eri tasoihin kohdistuvaa testausta helpottaa useimpien VoIP-sovellusten tapa erottaa palvelunmuodostus, äänen kuljetus ja RTP-viestintä toisistaan.

Oulun yliopiston Secure Programming group:n tekemissä testeissä paljastui lukuisia haavoittuvuuksia sekä H.323- että SIP-perustaisista ohjelmistototeutuksista. Testeissä katsottiin ohjelmien suoriutumista virheellisistä yhteydenmuodostuskutsuista. H323 tapauksessa kyseessä on yhteydenluonnissa ensimmäisenä lähetettävä Protocol Data Unit (PDU) puhelunohjausviesti (setup-PDU). Session Initiation Protokollan kohdalla kyse on puolestaan käyttäjäagentille lähetettävästä ensimmäisestä viestipyynnöstä (method) nimeltä INVITE. Testit kohdistettiin siis hyvin kapealle osa-alueelle, koskemaan ainoastaan yhteydenmuodostuksen ensimmäistä viestiä. Tästä huolimatta lähes kaikki tuotteet epäonnistuivat virheellisten tietojen

käsittelyssä enemmän tai vähemmän. Pahimmat epäonnistumisten seuraukset ilmenivät järjestelmän kaatumisena tai tukkeutumisena. Tämä osoittaa tietoturvanäkökohtien huomioonottamisen ja testausten tärkeyden VoIP-ohjelmistojen valmistuksessa, konfiguroinnissa ja käytössä. [OUSPG, 2003; 2004]

4.5. Käytännön suojauminen

VoIP on yksi IP-verkkojen sovellusalue, joten sen suojaamisessa käytetään samoja periaatteita kuin muidenkin IP-sovellusten kohdalla. Paras tietoturvan taso saavutettaisiin salaamalla päästä-päähän-yhteyden periaatteella koko IP-puhelun liikenne. Tämä takaisi yhteyden luotettavuuden ja tiedon eheyden. Yhteyden muodostuksen osalta tällainen menettely on kuitenkin mahdotonta johtuen IP-liikenteen toimintaperiaatteista. Jotta yhteys voidaan muodostaa, täytyy esimerkiksi paketin reititys- kohdeosoitekentät olla välityspalvelinten käytettävissä ja muokattavissa. Varsinainen ääni-liikenne voidaan kuitenkin salata. Kyseistä salausta tulisikin käyttää kaikissa IP-puheluissa.

Käytännön tietoturvan muodostus alkaa fyysisestä laitesuojauksesta, jota ei kuitenkaan käsitellä tässä tutkimuksessa. Fyysisen suojaamisen lisäksi organisaation sisäinen VoIP-liikenne ja -palvelimet olisi hyvä eristää palomuurien taakse omaan virtuaaliseen lähiverkkoonsa (VLAN) ja käyttää mahdollisesti VPN-ratkaisuja [Digital Tool, 2004]. Nämä ratkaisut estävät muun muassa puheluliikenteen tarkkailua ja tietojen keräämistä. Salatustakin IP-puhelusta voidaan verkkoliikennettä tarkkailemalla selvittää helposti puhelun soittaja, kesto ja osallistujat. Palvelimet, jotka tarjoavat salaamattomia palveluita VoIP-laitteille, tulisi eristää ulkoverkosta. Tällaisia palveluita ovat muun muassa välityspalvelimen asetusten haku TFTP:n avulla ja dynaaminen IP-osoitteen haku Dynamic Host Configuration Protokollaa (DHCP) hyödyntäen [CISCO, 2002]. VoIP-verkon palvelimilta tulisi poistaa kaikki ylimääräiset palvelut ja pitää kaikkien käytettävien ohjelmien päivitykset ajan tasalla. Käyttäjien todennusta on suositeltavaa käyttää myös luotetun verkon käyttäjille.

IP-puhelujen ääniliikenne tulisi aina salata esimerkiksi IPSec-tekniikalla. Salauksen käyttö ehkäisee hyökkäyksistä muun muassa salakuuntelua, vastapuolen tunnistuksen väärentämistä ja niin sanottuja replay-hyökkäyksiä, joissa hyökkääjä käyttää aikaisemmin tallentamaansa laillista verkkoliikennettä hyökkäykseen. Salaustekniikan avulla voidaan myös varmentaa saapuvan tiedon muuttumattomuus.

VoIP-järjestelmän asetusten turvallisuus olisi hyvä testata joillain tarkoitukseen sopivilla työkaluilla kuten SIPbomberilla, joka testaa välityspalvelinta tai Sipsakilla joka on SIP-yhteyden testaustyökalu. Nämä ja

useita muita vastaavia ilmaisia työkaluja löytyy internetistä muun muassa voip-infon [Voip-Info, 2005] web-sivuilta.

Organisaation olisi myös hyvä miettiä suunnitelmaa VoIP-verkon toimimattomuuden varalle esimerkiksi DoS-hyökkäyksen tapauksessa. Yksi keino tähän varautumiseen on käyttää kahta fyysisesti eri paikoissa sijaitsevaa palvelukeskusta. Purontaus [2005] kertoo tällaisen järjestelmän toimivan keskeytyksettä sähkökatkoksista tai toisen paikan tuhoutumisesta huolimatta.

5. Yhteenveto

VoIP-toteutusten yleistyessä kiihtyvällä tahdilla, eivät niiden tietoturvaominaisuudet näytä pysyvän kehityksessä mukana. Oulun yliopiston Secure Programming ryhmän suorittamat testit paljastivat vakavia puutteita VoIP-ohjelmistoissa jo pelkän virheellisen yhteydenmuodostuskutsun käsittelyn kohdalla. Näin ollen turvallinen VoIP-järjestelmän käyttö edellyttää käyttäjiltä valveutuneisuutta tietoturvaaukia kohtaan. IP-puhelujärjestelmien konfigurointi olisi niin ikään hyvä testata mahdollisimman monella tarkoitukseen kehitetyllä ohjelmalla. Erittäin tärkeää testaaminen ja laitteiden oikea konfigurointi on välityspalvelinten, portinvartijoiden ja yhdysväylien kohdalla.

VoIP-toteutusten tietoturvaa voidaan parantaa eristämällä puheluliikenne omaan VLAN-verkkoonsa, huolehtimalla ohjelmistojen päivityksistä sekä käyttämällä salausta aina kun mahdollista.

Edellä käsitellyt, osittain loppukäyttäjän osallekin lankeavat, tietoturvasta huolehtimiseen liittyvät seikat eivät välttämättä kuulosta kummallisilta tarkasteltaessa puheluja IP-verkon näkökulmasta. Matka- tai perinteisen lankapuhelimen käyttäjälle puhelujen turvallisuudesta huolehtiminen on kuitenkin täysin uusi asia, johon hänen ei ole aiemmin tarvinnut kiinnittää lainkaan huomiota.

Viiteluettelo

- [Ahuja and Ensor, 2004] Sudhir R. Ahuja and J. Robert Ensor, VoIP: What is it good for? *ACM Queue Magazine*, Vol. 2 No 6 (2004), 48-55.
- [Arora, 1999] Rakesh Arora, Voice over IP: Protocols and Standards, Technical document. Available as http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis78899/voip_protocols/index.html.
- [Brewis, 2005] Mark Brewis, RE: VoIP, <http://www.securityfocus.com/archive/101/390133> (10.2.2005).

- [CISCO, 2001] Cisco Systems, *Understanding Packet Voice Protocols*. White paper, 2001. Available as http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk701/tech_digests_list.html
- [CISCO, 2002] Cisco Systems, *Security in SIP-Based Networks*. White paper, 2002. Available as http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk701/technologies_white_paper09186a00800ae41c.shtml
- [CISCO, 2005] Cisco Systems, *Understanding H.323 Gatekeepers*. Technical document, (30.3.2005). Available as <http://www.cisco.com/warp/public/788/voip/understand-gatekeepers.html>.
- [Davidson ja Peters, 2002] Jonathan Davison ja James Peters, *Voice over IP*. Edita Publishing Oy, Helsinki 2002.
- [Kotilainen, 2005] Samuli Kotilainen, *Voip-puhelut alttiita numerohuijauksille ja petoksille*. Tietokone.fi-sivuston uutiset. Saatavana http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=23395 (21.3.2005).
- [Moskowitz and Nikander, 2004] Robert Moskowitz and Pekka Nikander, *Host Identity Protocol Architecture*. IETF's draft. Available as <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-hip-arch-02.txt> (11.1.2004).
- [Perlmutter, 2001] Bruce Perlmutter, *Virtuaaliset yksityisverkot VPN*. Edita Oyj IT-Press, Helsinki 2001.
- [Purontaus, 2005] Jarmo Purontaus, *Luottokunta varmistaa palvelunsa keskeyttämättömyyden Merlinin ratkaisulla*. Saatavana <http://www.merlin.fi/news/?folder=27&id=283> (10.2.2005).
- [Satumäki, 2002] Jari-Pekka Satumäki, VoIP protokollista. *Business Networks* 1 (2002), 16. Saatavana http://www.lanwan.fi/pdf/BN_1_2002.pdf
- [Sicker and Lookabaugh, 2004] Douglas C. Sicker and Tom Lookabaugh, VoIP Security: Not an Afterthought, *ACM Queue Magazine*, Vol. 2 No 6, (2004), 56-64.
- [Svento, 2005] Reijo Svento, *Nettipuhelu eli VoIP*. Ficom (17.01.2005). Saatavana http://www.ficom.fi/fi/a_uutisaread.html?Id=1105956501.html
- [Digital Tool, 2004] Digital Tool homepages *VoIP Security* <http://dtool.com> (26.12.2004).
- [IETF Mobile IP, 2002] *IP Routing for Wireless/Mobile Hosts (mobileip)*. <http://www.ietf.org/html.charters/mobileip-charter.html> (1.10.2002).
- [OpenH323, 2004] The OpenH323 Project's homepages <http://www.openh323.org/standards.html>. (12.5.2004).
- [OUSPG, 2003] Oulu University Secure Programming Group's homepages *PROTOS Test-Suite: c07-sip*. <http://www.ee.oulu.fi/research/ouspg/protos/testing/c07sip/> (17.12.2004).

- [OUSPG, 2004] Oulu University Secure Programming Group's homepages
H.323 Standards. <http://www.openh323.org/standards.html> (10.11.2004).
- [Skype, 2005] Skype homepages, *Skype Hits One Million SkypeOut Users*.
http://www.skype.com/company/news/2005/1m_skypeout.html (11.3.2005).
- [Voip-info, 2005] VOIP-info.org's homepages. <http://www.voip-info.org/wiki-Open+Source+VOIP+Software>. (13.5.2005).

Mobiili informaation visualisointi

Sampo Töyssy

Tiivistelmä.

Informaation visualisointi on nykyisin hyvin tärkeä osa-alue päätöksenteossa ja muissa tilanteissa, jossa informaatiosta pitää muodostaa erilaisia johtopäätöksiä. Koska nykyiset kämmenlaitteet kuten älypuhelimet ovat kykeneviä kohtuullisen grafiikan piirtämiseen ja niissä on yleensä hyvät tietoliikennevalmiudet, voidaan niille toteuttaa myös erilaisia visualisointisovelluksia. Kämmenlaite on ominaisuuksiltaan kuitenkin hyvin erilainen verrattuna tavalliseen pöytäkoneeseen ja sillä on omat etunsa ja haittansa. Tämä tutkielma käsittelee näitä etuja ja haittoja sekä tapoja, joilla niitä voidaan kiertää tai käyttää hyödyksi.

Avainsanat ja -sanonnat: Informaation visualisointi, matkapuhelimet, älypuhelimet, kämmenlaitteet

1. Johdanto

Sovellukset, jotka parantavat ihmisen tehokkuutta käsitellä informaatiota ja ymmärtää asioita, ovat hyödyllisiä. Informaation visualisointi on eräs tällainen sovellusalue ja se on ollut olemassa jo pitkään. Visualisoinniksi luokitellaan niin perinteiset pylväsgraafit kuin 3D-grafiikkaa käyttävät interaktiiviset puut. Tarkoituksena on siirtää osa prosessointikuormasta aivojen visuaaliselle osalle, jolloin informaatiota voidaan käsitellä tehokkaammin. Visualisointi on siirtynyt käsin piirretyistä kaavioista ja kuvaajista tietokoneen ruudulle. Tietokone pystyykin tehokkaammin käsittelemään suuria tietomääriä ja visualisaatiosta voidaan tehdä interaktiivista ja automaattista. Nykyisin onkin olemassa kattava määrä erilaisia kaupallisia ja ei-kaupallisia visualisointityökaluja. Suurelle yleisölle tuttu Excel on eräs ohjelma, jolla informaatiota voidaan visualisoida mm. erilaisten graafien avulla.

Monet alat ovat hyötyneet automaattisesta tietokoneella tehdystä informaation visualisaatiosta. Nykyisin voidaan nopeasti analysoida suuri määrä informaatiota yhdellä vilkaisulla ja tämä auttaa päätöksen tekoa tai nopeuttaa johtopäätöksien tekemistä. Visualisointi on siis laajassa käytössä työpöydillä, mutta sitä varmasti tarvittaisiin myös mobiililaitteisiin. Mobiililaitteet asettavat kuitenkin joukon haasteita visualisoinnille, mutta tarjoavat myös uusia mahdollisuuksia liikkuvuuden ansiosta.

Mobiililaitteiden haasteita ovat esimerkiksi ruudun pieni koko ja navigaatio. Näytön ja navigaation merkitys korostuu informaation visualisaatiossa. Navigointi poikkeaa totutusta, sillä hiirtä ja näppäimistöä ei ole käytössä. Pienen koon ongelmat muuttuvat

taas toisaalta eduiksi, sillä laitteiden koon takia ne ovat yleensä aina mukana. Parhaassa tapauksessa laite voi olla vielä tietoinen omasta sijainnistaan. Tämä mahdollistaa aivan uudenlaisia visualisointisovelluksia.

Käsittelen tässä tutkielmassa niitä haasteita ja etuja, joita kämmenlaitteet asettavat informaation visualisoinnille. En käy läpi informaation visualisaation perusteita, vaan arvioin kämmenlaitteille toteutettuja sovelluksia ja kartoitan eri tapoja toteuttaa informaation visualisointia laitteille, joissa on pieni näyttö, korkea liikkuvuus ja verkkoyhteydet. Informaation visualisoinnin perusteet, sovellukset mobiililaitteisiin ja yleiset määritelmät löytyvät esimerkiksi Tomi Heimosen kattavasta gradusta vuodelta 2002, joka käsittelee myös tätä aihetta [Tomi Heimonen, 2002].

2. Laitteista

Tässä paperissa käsitellyt rajoitteet laskentatehon, näyttöjen ja tallennustilan suhteen ovat riippuvaisia laitteista. Tehokkaimmat ”personal digital assistant” -tyyppiset laitteet (PDA) käyttävät nykyisin yli 600 megahertsin prosessoreja ja sisältävät myös laitteistolla tehdyn 3D-kiihdytyksen, kuten esimerkiksi Dell Axim X50v [2004]. Normaali puhelin taas sisältää melko vaatimattoman prosessorin, joka toimii reilun 100 megahertsin kellotaajuudella. Esimerkiksi hyvin yleinen yrityspuhelin Nokia 6600 [2003] sisältää 104 megahertsin ARM9 prosessorin ja sen kekomuistin koko on vain 3 megatavua.

Tyypillisiä yrityspuhelimien näyttökokoja ovat 176x208 pikseliä tai esimerkiksi Nokian kommunikaattoreiden 640x200 pikseliä. Näytöt pystyvät nykyisin yleensä toistamaan yli 65 000 väriä.

Laitteissa olevien verkkoyhteysmahdollisuuksien määrä ja laatu vaihtelevat myös suuresti. Uusimmat laitteet tukevat 3G-verkkoja ja PDA-laitteissa on langaton lähiverkkoyhteys (WLAN) myös yleistymässä. Tämä tutkielma keskittyy arvioimaan verkkoyhteyttä lähinnä GPRS- ja EDGE-tekniikoiden käyttöä ajatellen, jolloin tiedonsiirtonopeudet liikkuvat välillä 20-80kt/s, joka on nykymittapuussa melko vaatimaton nopeus verrattuna kiinteisiin Internet-liittymiin. Itse siirtonopeuden lisäksi ongelmana ovat vasteajat, jotka nousevat melko korkeiksi nykyisillä tekniikoilla.

High-end laitteet ovat kuitenkin vielä harvinaisia yrityskäytössä ja hyvin kalliita, joten tässä paperissa tyypillinen kämmenlaite on kehittynyt yrityspuhelin (kuten Nokia 6600) tai kohtuuhintainen PDA. Keskityn erityisesti tällä hetkellä käytössä oleviin puhelimiin ja niiden käyttöön informaation visualisoinnissa.

3. Toteutettuja sovelluksia

Eräs toteutettu sovellus on mobiili murtautumisentunnistusjärjestelmä. Järjestelmä tarkkailee murtautumisyhteyksiä ja tekee niistä yhteenvedon kämmenlaitteelle, joka on tässä tapauksessa PDA. Järjestelmään kuuluu lähiverkossa toimiva nuuskija, joka tarkkailee liikennettä ja tallentaa siitä dataa. Tämän datan käsittelee erillinen palvelin,

joka luo PDA:lle visualisoitavaa dataa. Systemi toimii tällä tavalla, koska PDA-laitteen laskennalliset resurssit eivät riitä valtaviin datamääriin käsittelyyn. PDA-laitteessa toimiva sovellus on langattomassa yhteydessä yhteenvetopalvelimen kanssa, jolloin murtautumisvaroitukset saadaan PDA:ssa toimivaan ohjelmaan. Mobiiliympäristössä pitää ottaa siis huomioon myös se, että laitteet ovat pöytäkoneita huomattavasti heikompitehoisia. Myös pieni ruudun koko on todettu ongelmaksi tässä sovelluksessa ja se on ratkaistu erittäin hierarkkisella rakenteella. Tällöin ruudulla on kerrallaan vain rajattu määrä objekteja ja käyttäjän valitessa objektin siirrytään aina toiselle tasolle, josta löytyy taas erilainen kokoelma objekteja. [Sanna & Fornaor, 2003]

PDT on tällä hetkellä saatavilla oleva sovellus, joka auttaa kuvien tarkkuutta vaativassa tarkastelussa PDA-laitteella. Tämä sovellus toimii linsin tapaan, jolloin se suurentaa aina tietyn kohdan kuvasta. Kuvan 2D-pinnalle tehdään siis kolmiulotteinen muunnos, jolloin fokuksessa oleva kuvan kohta näkyy isompana. Teknologia voidaan implementoida uusiin sovelluksiin ja siitä on olemassa C++ ja Java versiot. Käyttötarkoituksia ovat mm. satelliittikuvien tai geografisten kuvien tarkastelu. Sovelluksesta on myös 3D-datan tutkimiseen tarkoitettu versio. [Pliable Display Technology, 2004]

Powerview on mielenkiintoinen kokonaisuus, jossa on pyritty ratkaisemaan useita pienlaitteiden ongelmia. Sovellus toimii Windows CE alustalla. Sovelluksesta löytyvät perinteiset PDA-laitteiden toiminnot kuten kalenteri, muistiinpanot, kontaktit, tehtävät ja tapaamiset. Yleisesti käyttöliittymä tuntuu onnistuneelta, koska tekijöiden mukaan käyttäjät osaavat käyttää sitä yhtä hyvin kuin perinteistä, vaikka heillä ei ole siitä aikaisempaa kokemusta ja käyttöliittymässä on oma uniikki paradigmansa, joka perustuu vahvaan linkittämiseen ja useisiin näkymiin. Ohjelmassa on vältetty käyttämästä perinteisiä käyttöliittymäwidgettejä, jotka periytyvät normaaleista sovelluksista isoilla näytöillä. Sovellusta kuvaavassa paperissa vahvistetaan olettamusta siitä, että vaikka näyttöjen resoluutio kasvaisi, tekee näytön pieni fyysinen koko siitä silti hankalamman luettavan. Lisäksi sovelluksessa on pyritty myös siihen, että sitä olisi mahdollista käyttää yhdellä kädellä. Tähän pyrittäessä on tutkittu miten PDA-laitteen vähälukuiset pikanäppäimet laitteen alareunassa voitaisiin mahdollisimman hyvin hyödyntää. Kynäkäyttöliittymä on tekijöiden mukaan johdettu välillisesti hiirestä, jolloin sen sopivuus pienten laitteiden käyttöön ei ole millään tavalla optimaalinen. [Björk et al., 2000]

J. Danadon ryhmä on kehittänyt ympäristöprosessien geovisualisointijärjestelmän, jossa hyödynnetään paikkatietoisuutta ja asiakas-palvelin ratkaisua. Projektissa käytetään PDA-laitteita, jotka on varustettu GPS-paikantimilla. Nämä laitteet ovat yhteydessä palvelimeen, joka vastaanottaa sijainnin ja suunnan. Palvelin vastaa näyttämällä visualisoinnin ympäristöstä virtuaalimaailman näkökulmasta. Virtuaalimaailma voi sisältää esimerkiksi järvivesien laadusta. Käyttäjä voi siis kävellä järven rantaan, avata sovelluksen ja nähdä graafisen esityksen järveden laadusta.

Tässäkin projektissa on ymmärretty kämmenlaitteiden asettamat haasteet ja pyritty ratkaisemaan niitä esimerkiksi hyvin suunnitellulla käyttöliittymällä. [Danado et al., 2004]

Tällä hetkellä vielä melko alkuvaiheessa olevat toteutukset ”ehostetusta todellisuudesta” (augmented reality) ovat myös mielenkiintoisia. Niissä yhdistyy informaation visualisaatio, mobiilius ja paikkatieto. Tämä esimerkki näistä sovelluksista mainitaan viimeisenä, koska ne ovat ensimmäisiä sovelluksia, joiden toteutus on poikkeuksellinen perinteisiin sovelluksiin verrattuna jo laitteistotasolta lähtien. Näissä sovelluksissa käyttäjällä on läpinäkyvä silmien eteen heijastettava näyttö, johon tuotetaan kuvaa kannettavalla tietokoneella. Tällä tavalla käyttäjä näkee sen minkä normaalistikin ja sen lisäksi tietokoneen tuottaman lisämateriaalin päällekkäiskuvana. Näyttölaitteessa voi olla myös myös suunnantunnistus, jolloin grafiikkaa tuottava kone on tietoinen käyttäjän pään liikkeistä. Paikkatieto saadaan kehittyneestä GPS-järjestelmästä. Lisäksi käyttäjälle on usein kämmentietokone, jolla voidaan kontrolloida grafiikkaa tuottavaa kannettavaa tietokonetta. Tällaisella järjestelmällä voidaan esimerkiksi tuottaa jalankulkijalle jatkuvasti kontekstietoa esittävä järjestelmä. Esimerkiksi turisti voi kaupungilla kävellessään tiedustella rakennuksen historiaa tai saada kulkuohjeet lähimmälle bussipysäkille josta kulkee tietty bussi. [Güven & Feiner, 2003]

4. Pienen ruudun käyttöliittymistä

Antero Taivalsaari jaottelee pienen ruudun asettamien ongelmien ratkaisutavat kahtia: näytetään vähemmän asioita ruudulla tai kasvatetaan ruudun kokoa [Taivalsaari, 1999]. Ruudulla näytettäviä asioita voidaan vähentää esimerkiksi toteuttamalla hierarkioita, joissa voi navigoida, kuten esimerkiksi Powerview sovelluksessa [Björk et al., 2000]. Kun siis ruudun fyysinen kasvattaminen tai resoluution lisääminen ei ole järkevä lähestymistapa, voidaan kasvattaa ruudun virtuaalista kokoa. Tätä lähestymistapaa toteuttaa omalla tavallaan edellä kuvattu PDT [Pliable Display Technology, 2004].

Suuria näyttöjä varten toteutettua visualisaatiota ei voi suoraan siirtää pienellä näytöllä varustettuun laitteeseen, koska sekä näyttö että laitteen kontrollointi eroavat suuresti. Informaation visualisoinnin hyöty perustuu aivojen prosessointikuorman tasaisemmalle jakamiselle. Suurella näytöllä on helppo pitää kahta erilaista näkymää dataan auki, mutta pieniruutuisella laitteella tämä ei onnistu ollenkaan niin helposti. Niinpä ruudun virtuaalisen koon kasvattamisen lisäksi pitäisi myös pystyä säilyttämään assosiaatiot eri näkymien ja tilojen välillä. Eräs lähestymistapa on nimektään ”focus+context”, jossa lähemmin tarkasteltava tieto on ”tarkennettu” keskelle ruutua ja muu relevantti tieto on järjestetty sen ympärille. Tällä tavalla käyttäjä näkee tarkemmin jonkun osan, mutta pystyy myös yhdistämään sen osaksi suurempaa kokonaisuutta, koska muut osat ovat näkyvissä reunoilla. Tässäkin lähestymistavassa on ongelmansa pienillä näytöillä, sillä kohteet, jotka ovat kaukana keskipisteestä, muuttuvat pienen resoluution takia helposti tunnistamattomiksi [Taivalsaari, 1999].

On myös olemassa zoomaavia käyttöliittymiä, jotka nimensä mukaan aina suurentavat tietyn alueen. Ne kohtaavat samat ongelmat kuin focus+context käyttöliittymät, eli kaukana olevat kohteet ovat tunnistamattomia pienen resoluution takia. Lisäksi zoomaavan käyttöliittymän sulava toteutus vaatii melkoisesti laskentatehoa, jota on suhteellisen rajatusti nykyisissä kämmenlaitteissa. [Taivalsaari, 1999]

Muita suuntauksia ovat äärettömän suuret työpöydät ja graafipohjaiset ratkaisut. Graafipohjaisista ratkaisuista hyvä esimerkki on hyperbolinen puu [Lamping & Rao, 1999], joka visualisoi puumaisia rakenteita. Hyperbolisessa puussa keskellä on yksi solmu ja sen ympärillä pienemmällä siihen liittyviä solmuja. Kun kohdetta vaihdetaan siirtyä valittu kohde aina keskelle. Hyperbolista puuta taas koskee jälleen pienen resoluution ongelma, jossa keskuksesta kauempana olevat kohteet muuttuvat asteittain epäselvemmiksi, koska niitä kuvataan aina pienenevällä määrällä pikseleitä. Äärettömän suurien työpöytien suunnalta hyvä esimerkki on ”Kansas” niminen sovellus, joka on suunniteltu valtavan virtuaalisen työpöydän käsitteen ympärille [Randall et al., 1998]. Suuret virtuaaliset työpöydät taas ovat kämmenlaitteilla hankalia, koska niiden näytöt ovat pieniä, jolloin tästä suuresta tilasta on vain pieni osa kerrallaan näkyvissä. Toisaalta taas esimerkiksi neljästä virtuaalityöpöydästä koostuva käyttöliittymä voisi toimia, jos työpöydät olisivat vain yhden ruudun kokoisia. Seuraavassa kappaleessa esitetään tekniikka, joka voisi mahdollistaa helposti hahmotettavat suuret virtuaalityöpöydät ja muut suuret kuvaajat kämmenlaitteille. Tekniikka on tämän tutkielman pohjalta syntynyt ”karttametafora” ja se esitetään osiossa 9.

Pieni ruutu tuottaa ongelmia myös kartan lukuun. Kun koko havainnoitava alue on näkyvillä, voidaan esimerkiksi katsoa yleistä suuntaa kohteeseen. Pienellä ruudulla joudutaan kuitenkin zoomaamaan lähemmäksi, jotta voidaan tarkastella karttaa tarkemmin. Kun näkymää on zoomattu, ei ruudulle enää välttämättä jää aikaisemmin tarkasteltuja kohteita. Nämä kohteet pitää siis jotenkin esittää myös zoomatussa näkymässä. Yksi lupaava ratkaisu tähän ongelmaan on Baudisching Halo-tekniikka. Siinä näkymän ulkopuolella olevat kohteet muodostavat ympärilleen ympyrän jonka reuna juuri ja juuri ulottuu näkymän reunalle. Ympyrän kaaren muoto riippuu kohteen sijainnista reunasta. Tällä tavalla näkymän ulkopuolisten kohteiden suunta ja etäisyys voidaan esittää yksinkertaisesti ja häiritsemättä itse päänäkymää. Testien mukaan käyttäjät valitsivat Halo-tekniikan perinteisten reunalle piirrettävien suuntanuolten sijasta ja tehokkuus parantui erilaisissa kartan avulla tehdyissä navigointitehtävissä 16-33%. [Baudisch, 2004]

Miten nämä olemassa olevat ratkaisut suhtautuvat informaation visualisaatioon pienellä ruudulla? Yleensä visualisoinnissa pyritään antamaan yhteenveto datasta, josta voidaan muodostaa johtopäätöksiä yhdellä vilkaisulla. Tähän käytetään esimerkiksi erilaisia pistemäisiä visualisointitapoja kuten bubble plot tai box plot. Pistemäisellä tarkoitetaan tässä sitä, että yksittäinen visualisoitu elementti on riippumaton muista eikä sen suhdetta muihin kuvata esimerkiksi viivadiagrammin tapaan. Toisaalta taas näiden pisteiden joukko on kokonaisuudessaan havainnoitava elementti. Tällaisten visualisointien

käyttötapa eroaa esimerkiksi satelliittikuvien tarkistelusta, jossa pyritään tarkastelemaan yksityiskohtia. Vaaditaan siis kokonaisnäkyä itse kuvaajaan, jolloin edellä kuvatut tekniikat eivät ole helposti sovellettavissa eikä niistä ole mainittavaa hyötyä. Onko siis olemassa tapoja jolla edellä mainitun tyyppisten visualisaatioiden käytettävyyttä voitaisiin parantaa pieniruutuisilla laitteilla? Kun käsitellään esimerkiksi maantieteellistä visualisaatiota, jossa pitää navigoida karttaa on tilanne erilainen, sillä tällöin zoomaus ja focus+context tekniikat toimivat ja niistä on varmasti hyötyä oikein toteutettuna.

Uutta tutkimusta scatter plotin tyyppisten visualisointien parissa on tehty hieman. Eräs esimerkki on Mobile Liquid 2D Scatter Space (ML2DSS) [Waldeck & Balfanz, 2004]. Tässä projektissa on pyritty etsimään scatter plotin tyyppisille visualisoinnille ratkaisuja, joiden avulla ne toimisivat paremmin laitteilla, jotka on varustettu vaihtelevan kokoisilla näytöillä. Waldeckin ja Balfanzin sovellukset käyttävät mm. erilaisia vääristymiä ja alkeellista fysiikkasimulaatiota parantaakseen perinteistä scatter plottia. Heidän sovelluksensa vaativat kuitenkin tehokkaan koneen ja tämän hetkiset demot toimivatkin pöytäkoneissa tai tehokkaissa tabletti PC:ssä. HP:n iPAQ:lle tehty versio on heidän mukaansa hyvin hidas, mutta he odottavatkin laitteistojen nopeata kehitystä. Näin ollen Waldeckin ja Balfanzin tutkimus onkin tulevaisuuden sovelluksia hahmotteleva, sillä nykyisten kämmenlaitteiden tehot eivät riitä ML2DSS sovellusten sulavaan suorittamiseen.

5. Tiedonsiirto, tallennustila ja laskentateho

Kämmenlaitteille on ominaista pieni laskentateho pöytäkoneisiin verrattuna. Tämä tarkoittaa, että monimutkaiset laskutoimitukset ovat hitaita ja ne on ehkä parasta tehdä jossakin muualla. Samoin suurien datamäärien tallennus ja niiden siirtely voivat olla turhan raskaita kämmenlaitteille. Tämän takia onkin päädytty tekemään suurien datamäärien käsittely ja laajemmat laskentaoperaatiot palvelimella, jolloin kämmenlaite vastaanottaa ainoastaan näytettävää dataa, eikä esimerkiksi suorita monimutkaisia laskutoimituksia isoista datamääristä. Tällainen toteutus löytyy mm. Sanna ja Fornaorin kuvaamasta järjestelmästä [Sanna & Fornaor, 2003]. Yhteydenpito palvelimelle tietenkin vaatii kämmenlaitteelta toimivaa verkkoyhteyttä ja sen käyttötapa taas riippuu yhteyden tyyppistä. Esimerkiksi hyvin yleinen GPRS-yhteys on melko hidas ja sen kautta tieto siirtyy huomattavasti hitaammin kuin esimerkiksi WLAN-yhteyden kautta. Normaalisti GPRS-yhteydellä tiedonsiirto nopeus on noin 40 kt/s kun taas WLAN-yhteydet takaavat yleensä vähintäänkin 200kt/s nopeuden, jos WLAN-tukiasemalta eteenpäin riittää kaistanleveyttä. Lisäksi GPRS-yhteyden vasteajat ovat erittäin heikkoja verrattuna muihin yhteystapoihin. WLAN-yhteyksillä vasteajat voidaan mitata millisekunneissa, mutta GPRS-yhteyksillä ajat ovat sekuntien luokkaa. GPRS-yhteyden etu on sen tarjoama kattavuus, sillä Suomessa GPRS-yhteyden saa käyttöönsä kaikkialla siellä, missä puhelin yleensäkin toimii. Nopeammat EDGE- ja UMTS-tekniikat ovat käytössä yleensä vain

kaupunkialueilla. WLAN-yhteydet ovat käytössä vain hyvin harvassa paikassa ja luonnollisesti ne paikat löytyvät yleensä kaupunkien ydinkeskustoista.

Mobiili visualisointi vaatii nyt ja lähitulevaisuudessa taustalleen jonkinlaisen palvelinrakenteen. Laitteiden kehittyessä voidaan kuormaa siirtää enemmän puhelimeen palvelimen roolin pienentyessä. Erikoistapauksena voidaan pitää laitteita, jotka keräävät dataa jatkuvasti itse. Tällaiset laitteet voidaan kuitenkin luokitella tieteellisiksi instrumenteiksi, jos kyse ei ole pelkästä GPS-paikkatiedosta. Laite voi myös sisältää komponentin, joka visualisoi kerättyä tietoa reaaliaikaisesti, jolloin kyseessä on kehittynyt mittalaite.

6. Grafiikan tuottamisesta

Tietokoneiden tuottama grafiikka voidaan karkeasti jakaa kahteen osa-alueeseen: 2-ulotteinen ja 3-ulotteinen grafiikka. Eräs jokapäiväinen sovellus 2D-grafiikasta on graafisen käyttöjärjestelmän työpöytä. 3D-grafiikasta tutuimpia sovelluksia lienevät modernit tietokonepelit. Informaation visualisoinnissa voidaan käyttää sekä 2D- että 3D-grafiikkaa, mutta minkälaiset mahdollisuudet nykyiset laitteet tarjoavat grafiikan tuottamiseen?

Ensimmäinen selvä ero tulee esille laskentatehossa. 3-ulotteisen grafiikan vaatima laskentatarve on paljon suurempi kuin 2-ulotteisen. Nykyisissä kämmenlaiteissa on yli 100 megahertsin kellotaajuudella toimivia prosessoreja ja muistimäärätkin ylittävät 4 megatavun rajan. Yksinkertaisen 3D-grafiikan tuottaminen voi siis olla jo teknisesti mahdollista. Tämän perusteella muodostuvat seuraavat kysymykset: Mitkä ovat 3D-grafiikan sovellusalueet ja mikä on laitteiden todellinen suorituskyky?

3D-grafiikan edut on valjastettu teollisuudessa ensimmäiseksi erilaisten rakenteiden kuvailuun. Näitä ovat mm. erilaiset osat, rakennukset, rakenteet ja yleensäkin asiat, joita halutaan tarkastella jo ennen kuin ne on varsinaisesti rakennettu. 3D-visualisaatioita esimerkiksi rakennusten rakenteiden tarkasteluun onkin jo toteutettu [Lipman, 2002]. Lipman testasi teräsrakenteiden 3D-visualisointia HP iPAQ H3670 kämmentietokoneella, johon oli asennettu Pocket Cortona niminen VRML-malleja näyttävä sovellus. Testissä käytetty malli kuvasi 1600 osaista teräsrakennetta. Lipmanin testien mukaan sovellus oli auttamattoman hidas ja mallissa sulavasti liikkuminen mahdotonta. Mallia pystyi käytännössä tarkastelemaan vain ennalta määrätystä kuvakulmista. Lisäksi mallin lataamiseen kului useita minuutteja. Paremmiin optimoidulla sovelluksella tilanne varmasti paranisi, mutta iPAQ H3670 on silti melko ikääntynyt PDA-laite. Se sisältää 206:n megahertsin kellotaajuudella toimivan prosessorin ja 64 megaa muistia. Verrattuna kappaleessa kaksi kuvattuun Dell Axim X50v laitteeseen ero on huima.

Suomalaisen Hybrid Graphicsin kehittämä Open GL ES framework on hyvä esimerkki paremmiin optimoidusta 3D-moottorista mobiililaitteille. Hybridin framework tarjoaa käytännöllisen rajapinnan itse OpenGL ES:n [Hybrid Graphics, 2005]. OpenGL ES on saanut melko tukevan jalansijan mobiililaitteiden 3D-grafiikassa ja se onkin tällä

hetkellä hyvin yleinen. Se tukee monia informaation visualisoinnin kannalta oleellisia ominaisuuksia kuten pehmenneetyt viivat ja pisteet [Khronos, 2005]. Tätä tutkimusta varten testattiin kahta OpenGL ES pohjaista sovellusta Nokian 7610-mallisella puhelimella. Puhelimen käyttöjärjestelmänä on Symbian Series 60 ja siinä on 123 megahertsin kellotaajuudella toimiva ARM4T-prosessori ja kahdeksan megatavua muistia.

Ensimmäinen OpenGL ES testisovellus oli Sylvain Trossetin toteuttaman vuoristoratasimulaattori, jonka saa Khronos Groupin kotisivuilta. Se tuli toiselle sijalle Khronoksen järjestämässä kilpailussa (http://www.khronos.org/devu/opengles_challenge/). Sovelluksessa ajetaan vuoristoradalla ja näkökulma on kokijan silmistä. Ruudun päivitysnopeutta ei voinut mitata, mutta silmämääräisesti arvioiden se on noin 5-12 ruutua sekunnissa. Tämä riittäisi välttävästi hidastempoisiin interaktiivisiin sovelluksiin. Tämän perusteella voidaan melko karkeasti päätellä, että Lipmanin käyttämä sovellus oli hyvin huonosti optimoitu tai sen kuvaama teräsrakenne sisälsi tarpeettoman suuren määrän polygoneja.

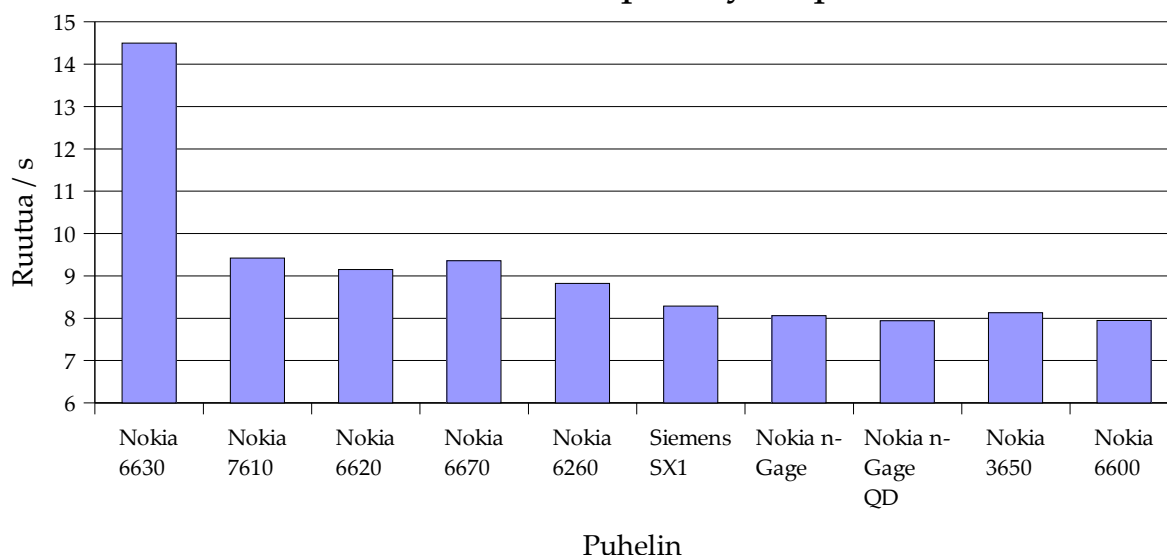
Toisena sovelluksena testattiin FutureMarkin SPMark 04 ohjelmaa, joka mittaa älypuhelimien erilaisia ominaisuuksia jokseenkin analyttisesti [Niemelä, 2004]. Koska käytössä oli sovelluksen ilmainen versio, voitiin ajaa ainoastaan 3D-testit. Sovelluksella saatiin erilaisia lukuja puhelimen suorituskyvystä ja lisäksi sen avulla voitiin hieman vertailla erilaisten laitteiden suorituskykyä. Suoritettujen testien mukaan Nokia 7610:n ruudunpäivitysnopeus oli 8,3 ruutua sekunnissa ja 3D-täyttönopeus 1,93 miljoonaa tekseliä¹ sekunnissa. 3D-polygoneja puhelin käsitteli 33200 sekunnissa ja sovelluksen omia 3D pisteitä puhelin sai 537. Nokian uusi 3G-puhelin 6630 saa vastaavassa testissä tulokseksi yli 15 ruutua sekunnissa ja 3D pisteitä lähes 1000. Tämän tuloksen selittää puhelimen yli 200 megahertsinen ARM9 prosessori. Alla on kuvaaja, johon on kerätty osoitteesta <http://www.simplification.com/node/109> muutamia muiden laitteiden tuloksia, joista näkyy hyvin Nokia 6630:n ero muihin laitteisiin.

3D-grafiikan mahdollisuudet kämmenlaitteissa paranevat jatkuvasti. Tässä vaiheessa kuitenkin vain pieni määrä laitteita pystyy sulavan 3D-grafiikan tuottamiseen. Edellisessä kappaleissa kuvattujen sovellusten ja testien perusteella näyttää siltä että Nokia 6630:n kaltaiset älypuhelimet ovat teholtaan sillä tasolla, että niillä voisi jo tehdä toimivaa 3D-visualisaatiota. Kämmenlaitteet kehittyvät kuitenkin huimaa vauhtia ja valmistajat ovat lisäämässä 3D-kiihdytystä kohta jokaiseen laitteeseen puhelimesta PDA:han.

Mahdollisten värien määrän puolesta kämmenlaitteet ovat jo nykyisin melko kehittyneitä. Vanhemmatkin laitteet tukevat yli 4:a tuhatta väriä ja uudemmat yli 65:ä tuhatta ja siitä ylöspäin. Tämä riittää mainiosti visualisaation tarpeisiin, sillä sen kohdalla harvemmin pyritään fotorealismuuteen.

¹Teksturoitu pikseli - [http://en.wikipedia.org/wiki/Texel_\(graphics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Texel_(graphics))

SPMark04 ruudunpäivitysnopeus



7. Kontekstipohjaisuus

Kontekstipohjaisesta informaation visualisaatiosta on hyvin vähän tutkimusta yleisellä tasolla. Karttoihin liittyvää tutkimusta on jonkin verran, joten keskityn tässä osiossa paikkatietoisuuteen. Paikkatieto on helposti saatavilla kämmenlaitteisiin joko GPS-paikannuksen [GPS, 2005] tai GSM-verkon avulla [Pent et al., 1997]. Lisäksi paikkatietoa voidaan saada sisätiloissa erilaisista tarkoitusta varten asennetuista sensoreista ja majakoista tai WLAN-verkon avulla. Luonnollisesti tiedon tarkkuus asettaa omia rajoitteitaan ja tässä tapauksessa tarkkaa paikkatietoa saadaan GPS-järjestelmän kautta ja epätarkempaa taas GSM-verkkoa käyttämällä. Harvassa kämmenlaitteessa on integroitu GPS valmius, mutta normaalit GSM toiminnot ovat paljon yleisimpiä, jolloin paikannus voidaan tehdä sen avulla. Erillisiä GPS-laitteita voi kuitenkin kytkeä puhelimeen esimerkiksi Bluetoothin avulla ja niiden hinnat ovat kohtuullisia, jolloin paikannus on huomattavasti tarkempaa.

Tässä yhteydessä kontekstipohjainen visualisointi tarkoittaa sellaista visualisointia, jossa käytetään jotakin laitteen ympäristöön liittyvää dataa itse visualisoinnin osana tai sen transformoinnissa. Yksinkertainen kontekstipohjainen visualisointi voisi olla vaikka GPS-datan yhdistäminen kämmenlaitteessa toimivaan karttaan, jolloin on kyse navigaatio-ohjelmasta. Myös Suomessa kuluttajat voivat jo useimmiten saada esimerkiksi autoonsa kehittyneen navigointilaitteen ja monessa Euroopan maassa navigaatio autojen yhteydessä on ollut yleistä jo pitempään. Paikkatiedon käyttö voidaan kategorisoida visualisoinnissa kolmeen alueeseen: paikkatieto osana dataa, paikkatieto datan transformaatioiden ohjaimena tai paikkatieto näkymien kontrolloijana. Lisäksi järjestelmällä voi olla tieto myös nopeudesta ja suunnasta.

Baus et al. ovat toteuttaneet useita erilaisia paikannusmenetelmiä käyttävän jalankulkijan navigointijärjestelmän. Se osaa käyttää paikkatietoa sekä GPS:n että

infrapunamajakoiden kautta. Järjestelmä poikkeaa melkoisesti autonavigaatiojärjestelmistä, sillä ulkona järjestelmä käyttää GPS:ää ja sisätiloissa infrapunamajakoita. Myös visualisointi muuttuu käyttäjän sijainnista riippuen. Sisätiloissa on käytössä 3-ulotteinen visualisointi ympäristöstä ja ulkona taas 2-ulotteinen. Lisäksi järjestelmä osaa ottaa huomioon esimerkiksi käyttäjän kävelynopeuden, jolloin ulkotiloissa näytetään sitä suurempi alue käyttäjän ympäriltä mitä nopeammin hän liikkuu. Sovellus osaa myös muuttaa visualisointia käytetyn laitteen mukaan. Tämä sovellus venyttää perinteisen navigaatio-sovelluksen rajoja, mutta on silti hyvin lähellä perinteisiä autonavigaatiojärjestelmiä. [Baus et al., 2002]

Nivala ja Sarjakoski ovat tutkineet kontekstittietoisuuden tuomista mobiiliin karttaympäristöön ja heidän tutkimuksensa perusteella sen vaikutus voi olla hyvinkin suuri sekä käyttäjätyytyväisyyteen että käytettävyyteen. He kuitenkin muistuttavat että kontekstipohjaisuudella on myös vaaransa, jos sitä tulkitaan väärin. Kriittisissä sovelluksissa virhe kontekstitiedoissa voi johtaa hyvinkin kohtalokkaisiin seurauksiin. He korostavat myös paikkatiedon lisäksi muita kontekstittietoja kuten historiaa. [Nivala & Sarjakoski, 2003]

Yllä kuvatun perusteella voidaan helposti kuvitella sienestäjälle räätälöity karttasovellus, jonka avulla hän voi merkitä parin näppäimen painalluksella sienesiintymät ja käyttää näitä merkintöjä hyväkseen tulevilla sienireissuilla. Sovellus voisi jopa merkintöjen perusteella laskea optimaalisen reitin, joka kulkisi kaikkien esiintymien lävitse. Tällainen sovellus olisi teknisesti täysin mahdollinen ja sen käyttöön tarvitsisi ainoastaan modernin puhelimen ja GPS-moduulin.

8. Äänen käyttö informaation esittämisessä eli auralisointi

Informaatiota voidaan visualisoinnin lisäksi myös auralisoida. Koska tämä paperi keskittyy visualisointiin, käsitellään auralisointi tässä vain lyhyesti. Auralisointia käsitellään, koska siitä voisi olla hyötyä kämmenlaitteilla tehtävän visualisoinnin tukena. Ihmisen näköaisti on erottelukyvyltään parempi, joten auralisointi on tässä tapauksessa visualisointia tukeva kanava. Auralisointia on myös käytetty itsenäisesti kuvaamaan informaatiota [Hermann & Ritter, 1999].

Auralisointia on tutkittu jonkin verran, mutta tutkimuksia sen soveltamisesta kämmenlaitteisiin ei ole. Hermannin ja Ritterin mielestä auralisoinnilla voidaan kuvata hyvinkin monimutkaista informaatiota. Ihminen kuitenkin käyttää kuuloaan erittäin monimutkaisen informaation vastaanottamiseen ja tulkitsemiseen. Tästä paras esimerkki lienee puhe, joka sisältää useita merkitystasoja: suora sisältö, äänen painot ja voimakkuus. Lisäksi ihminen käyttää näköaistiaan kuulemisen tukena, kun hän kuuntelee puhujaa. Toinen esimerkki auralisaatiosta on mekaanikko, joka kuuntelee moottoria. Kokenut mekaanikko voi usein tehdä melko tarkan diagnoosin jo pelkän äänen perusteella. Sama pätee tietenkin myös ihmisen elimistön kuuntelemiseen. [Hermann & Ritter, 1999]

Nykyisellään kämmenlaitteiden ääniominaisuudet mahdollistavat jo melko monimutkaisetkin äänimaailmat. Datan muuttaminen ääneksi vaatii kuitenkin laskentaa. Lisäksi kämmenlaitteiden kanssa on lähes välttämätöntä käyttää jonkinlaisia kuulokkeita, koska itse laitteen kaiuttimet ovat heikkolaatuiset ja yleensä käyttöympäristö on melko epäoptimaalinen.

9. Karttametafora

Karttametaforaan on helppo siirtyä työpöytämetaforasta. Molemmat ovat kaksiulotteisia pintoja, mutta kartalla on enemmän samoja ominaisuuksia kämmenlaitteen näytön kanssa. Kun luemme karttaa, olemme yleensä taivutelleet siitä näkyviin sen osan, jota sillä hetkellä käytämme. Kun fyysinen sijaintimme muuttuu, haluamme edelleen nähdä sen osan kartasta, joka esittää omaa fyysistä maailmaamme ja taivuttelemme kartasta tämän osan esiin. Liikkuvalla kartan käyttäjällä on siis rajattu näkymä itse kokonaisuuteen ja lopulta koko karttakin on vain rajattu näkymä yksinkertaistettuun malliin. Tietenkin koko karttaa voisi pitää auki myös sitä taittelematta, mutta kuten jokainen kartan käyttäjä tietää, on tämä varsin epämurkavaa jos samalla pitää suunnistaa eteenpäin.

Karttametaforassa käyttäjä katselee näkymää, johon on sijoitettu pistemäisiä kohteita, jotka voivat olla esimerkiksi ikoneita. Näkymän ulkopuolella olevat kohteet ilmaistaan Baudischin halo-tekniikalla [Baudisch, 2004]. Tässä tutkielmassa esitellään kaksi versiota karttametaforasta: käyttäjän järjestämä ja automaattisesti järjestävä.

Automaattisesti järjestävässä kartassa kohteet joilla on suurin merkitys ovat lähellä keskustaa. Merkityksen pienentyessä ne ovat etäämmällä. Kohteita voidaan ryhmitellä teiden varsille erilaisten attribuuttien perusteella. Kartan taustasta käyttäjä näkee millä suunnalla ja miten kaukana keskustasta nykyinen näkymä on. Tätä voidaan ilmaista esimerkiksi muodolla ja värillä. Samalla tavoin oikean kartan lukija tietää jonkin verran sijainnistaan suhteessa keskuksiin tarkistelemalla esimerkiksi rakennustiheyttä, teiden suuntaa ja niiden leveyttä. Yksi esimerkkisovellus on automaattisesti järjestävä työpöytä, jossa usein käytetyt kohteet ovat kartan keskustassa, jota voidaan verrata kaupungin keskustaan. Jos kohdetta ei käytetä alkaa se siirtyä kauemmaksi keskustasta kun taas useammin käytetty kohde siirtyy keskustaa kohti. Näin kartta muuntautuu käyttäjän tottumuksien mukaan. Käyttäjän toimintatapoja voidaan myös analysoida dynaamisesti ja sijoitella vaikka tiettyyn toimintoketjuun kuuluvien toimintojen ikonit tietyn tien varrelle.

Käyttäjän järjestämässä kartassa käyttäjä siirtelee itse kohteita. Tässä tapauksessa itse tausta muuttuu sen mukaan miten käyttäjä kohteita sijoittelee. Tätä voidaan verrata tilanteeseen, jossa koskemattomaan maastoon sijoitetaan taloja, jonka jälkeen tiestö ja muu infrastruktuuri kasvaa niiden ympärille itsestään.

Tämän tyyppisten visualisointien avulla voidaan mahdollisesti parantaa pieniruutuisten laitteiden käytettävyyttä. Edellä kuvatut sovellukset ovat tällä hetkellä täysin kuvitteellisia, mutta ne olisivat mielenkiintoisia toteuttaa ja testata.

10. Yhteenveto

Tässä tutkielmassa on käsitelty mobiilin informaation visualisoinnin rajoitteita ja etuja. Rajoitteista suurimmaksi on todettu työpöytälaitteisiin verrattuna näytön koko. Tätä rajoitetta voidaan kiertää osassa visualisaatiosovelluksia erilaisilla käyttöliittymämetaforilla, jotka jollakin tavalla suurettavat virtuaalista näyttötilaa. Toisaalta taas tietyt visualisointi tyypit, joiden on tarkoitus antaa yleiskuva suuresta määrästä dataa, kuten scatter plotit tai bubble plotit, eivät ole helposti muutettavissa pieniruutuisia laitteita varten. Näiden kohdalla rajoitteet pitää melko pitkälti hyväksyä sellaisenaan ja keskittyä tuottamaan mahdollisimman selkeä visualisaatio pieneen tilaan perinteisillä keinoilla. Vaikka näyttöjen resoluutiot kasvavat, niiden fyysistä kokoa ei mielellään kasvateta. Tämä asettaa tietyn rajan näytön käytännön pinta-alalle, sillä käyttömukavuus alkaa laskea nopeasti jos ruutua joudutaan ”tihrustamaan”.

Toinen rajoite syntyy kämmenlaitteiden muista teknisistä ominaisuuksista eli laskentaa, tiedon tallennusta ja siirtoa koskevista resursseista. Kämmenlaitteet eivät ole yhtä tehokkaita kuin pöytäkoneet, joten niillä tehty laskenta vaatii huomattavasti pidemmän ajan kuin pöytäkoneella. Muisti on myös rajatumpi resurssi kuin pöytäkoneissa. Lisäksi langattomat tiedonsiirtoyhteydet ovat huomattavasti hitaampia, kun käytössä on pelkkä GSM- tai jopa EDGE- tai UMTS-yhteys. Nämä rajoitteet voidaan osin kiertää tekemällä suurten datamäärien käsittely ja laskenta palvelimella, jolloin siirretään ainoastaan valmiiksi laskettu data asiakaslaitteelle, joka visualisoi sen. On melko varmaa, että näiden rajoitteiden merkitys tulee pienentymään tekniikan kehittyessä. Tällä hetkellä suurien datamäärien visualisointiin tarvitaan kuitenkin jonkinlainen visualisointipalvelin, joka on yhteydessä datapalvelimeen tai muuhun varastoon, josta raakadata haetaan.

Kämmenlaitteiden etu on niiden liikkuvuus. Niille on ominaista jatkuva läheisyys käyttäjänsä kanssa riippumatta sijainnista. Paikkatiedon kanssa tämä piirre luo mahdollisuudet hyvin laajalle valikoimalle erilaisia sovelluksia. Nykyiset yhteydet ja niiden jatkuva paraneminen tulevat mahdollistaan sellaisia sovelluksia, joita ei ole edes vielä keksitty. Todennäköisesti nykyinen trendi sijainnin merkityksen kaksijakoisesta muutoksesta vaikuttaa myös informaation visualisointiin. Toisaalta sijainti ja liikkuvuus ovat aina vain tärkeämpiä, mutta toisaalta taas liikkuvuuden parantuminen vähentää fyysisen sijainnin merkitystä. Myös erilaiset käyttöliittymämetaforat, kuten tässä tutkielmassa lyhyesti kuvattu karttametafora, voivat hyödyntää uusia visualisaatiomahdollisuuksia myös kämmenlaitteissa.

Viiteluettelo

- [Baudisch, 2004] Patrick Baudisch, Halo: a virtual periphery for small screens devices. visualization and interaction research. In: *Proc. of Advanced Visual Interfaces 2004*.
- [Baus et al., 2002] Jörg Baus, Antonio Krüger & Wolfgang Wahlster, A resource-adaptive mobile navigation system. Department of Computer Science, In: *Proc. of the International Workshop on Information Presentation and Natural Multimodal Dialog, Verona, Italy*.
- [Björk et al., 2000] Staffan Björk, Johan Redström, Peter Ljungstrand & Lars Erik Holmquist, POWERVIEW Using information links and information views to navigate and visualize information on small displays. In: *Proc. Of International Symposium of Handheld and Ubiquitous Computing 2000*.
- [Danado et al., 2004] J. Danado, E. Dias, T. Romão, N. Correia, A. Trabuco, C. Santos, J. Serpa, M. Costa and A. Câmara, A multi-user mobile system to visualize environmental processes. In: *Proc. of Geoinformatics 2004*.
- [Dell Axim X50v, 2005] Dell Axim X50v. <http://tinyurl.com/6feal>, tarkistettu 27.4.2005
- [GPS, 2005] *Global Positioning System*. <http://en.wikipedia.org/wiki/GPS>, tarkistettu 23.3.2005
- [Güven & Feiner, 2003] Sinem Güven & Steven Feiner, Authoring 3D hypermedia for wearable augmented and virtual reality. In: *Proc. of 2nd International Semantic Web Conference 2003*.
- [Heimonen, 2002] Tomi Heimonen, Information visualization on small display devices. University of Tampere, Department of Computer and Information Sciences, Master's Thesis, 2002
- [Hermann & Ritter, 1999] T. Hermann & H. Ritter, Listen to your data: model-based sonification for data analysis. In: *Proc. of the International Conference on Auditory Display April, 2000*.
- [Hybrid Graphics, 2005] *Hybrid Graphics OpenGL ES Framework API*. <http://www.hybrid.fi/main/esframework/index.php> Tarkistettu: 19.5.2005
- [Khronos, 2005] *Khronos Group OpenGL ES*. <http://www.khronos.org/opengles/> Tarkistettu: 19.5.2005
- [Lamping & Rao, 1999] Lamping, J., Rao R., Visualizing large trees using the hyperbolic browser. In: *Proc. of Conference on Human Factors in Computing Systems 1996*
- [Lipman, 2002] Robert R. Lipman, Mobile 3D visualization for construction. In: *Proc of International Symposium on Automation and Robotics in Construction 2002*.

- [Masoodian & Budd, 2004] Masood Masoodian, Darryl Budd, Visualization of travel itinerary on pdas. In: *Proc of Australasian User Interface Conference 2004*
- [Niemelä, 2004] Sami Niemelä, SPMark04 – The Smartphone Benchmark. http://www.futuremark.com/companyinfo/SPMark04_Whitepaper.pdf Tarkistettu: 19.5.2005
- [Nivala & Sarjakoski, 2003] Annu-Maaria Nivala & L.Tiina Sarjakoski, Need for context-aware topographic maps in mobile devices. In: *Proc. of Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science 2003*
- [Nokia 6600, 2003] Nokia 6600. <http://www.nokia.fi/puhelimet/puhelinmallit/6600/>
- [Pent et al., 1997] M. Pent, M.A. Spirit & E. Turco, Method for positioning gsm mobile stations using absolute time delay measurements. *Electronics Letters Vol. 33, Num. 24, November 20 1997 IEE.*
- [Plaisant, 2004] Catherine Plaisant, The challenge of information visualization evaluation. In: *Proc.of Advanced Visual Interfaces International Working Conference 2004*
- [Pliable Display Technology, 2004] *Pliable Display Technology.* http://www.idelix.com/pdf/pdt_technical_description.pdf Tarkistettu: 24.2.2005
- [Randall et al., 1998] Randall B. Smith, Ronald Hixon & Bernard Horan, *Supporting Flexible Roles in a Shared Space*, ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work 1998.
- [Sanna & Fornaor, 2003] Andrea Sanna, Claudio Fornaor: A system for mobile visualization of intrusion detection data. *Information & Security 12: Advances in Modeling and Simulation, Sofia, Bulgaria, 2003.*
- [Taivalsaari, 1999] Antero Taivalsaari, The event horizon user interface model for small devices, Sun Research 1999
- [Waldeck & Balfanz, 2004] Carsten Waldeck & Dirk Balfanz Mobile, Liquid 2d scatter space (ml2dss). *ZGDV - Computer Graphics Center, Dept. Z3*

Kuinka hiljaista hiljainen tieto on – ovatko tiedonmuunnokset Nonakan ja Takeuchin esittämällä tavalla mahdollisia?

Ilkka Virtanen

Tiivistelmä.

Hiljaisella tiedolla tarkoitetaan luonteeltaan hyvin henkilökohtaista tietoa, jota on vaikea, tai jopa mahdotonta, ilmaista yksiselitteisesti. Käsite on ollut viime vuosina paljon esillä knowledge management -kirjallisuudessa, koska hiljainen tieto on alettu nähdä keskeisenä tietoresurssina, jonka avulla organisaatio voi saavuttaa ainutlaatuista tietämystä.

Käsite nousi pinnalle taloustieteessä 90-luvun puolivälissä erityisesti japanilaisten johtamistieteen teoreetikoiden Ikujiro Nonakan ja Hirotaka Takeuchin tiedonluomisteorian ilmestymisen herättämän kiinnostuksen jälkeen. Teoria perustuu ajatukseen tiedonmuunnoksista hiljaisen tiedon ja eksplisiittisen tiedon välillä. Teoria ei ole kuitenkaan ongelmaton jos hiljaisen tiedon käsitettä tarkastellaan paljon aihetta tutkineen Michael Polanyin kognitioteorian näkökulmasta.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan ensin Polanyin hiljaisen tietämisen teoriaa, jonka tarjoamaa taustaa vasten Nonakan ja Takeuchin teoriaa voidaan tutkia kriittisesti pohtien erityisesti heidän esittämiensä tiedonmuunnosten uskottavuutta.

Nonakan ja Takeuchin teoria on ollut vaikutusvaltainen ja paljon lainattu, mutta tiedonmuunnokset heidän osoittamallaan tavalla eivät ole mahdollisia. Tutkielmassa osoitetaan, että Nonaka ja Takeuchi ovat popularisoineet käsitettä jättäen huomioimatta eräitä hiljaisen tiedon keskeisiä piirteitä. Hiljaista tietoa ei voida saada esiin yksilöstä heidän esittämällään tavalla.

Avainsanat ja -sanonnat: hiljainen tieto, keskitetty tietoisuus, sivutietoisuus, tiedonmuunnos, SECI-malli, sosialisatio, ulkoistaminen, yhdistely, sisäistäminen, tiedon spiraali, tiedon jakaminen.

CR-luokat: H.0

1. Johdanto

Hiljaisen tiedon käsite on Michael Polanyin 1940-luvulla alkaneen teoreettisen kehitystyön tulos. Hiljaisella tiedolla tarkoitetaan tietoa, joka ymmärretään pystymättä kuitenkaan ilmaisemaan sitä yksiselitteisesti. Hiljaisen tiedon katsotaan olevan tiukasti sitoutunutta ihmisen subjektiivisiin kokemuksiin, joten se on luonteeltaan hyvin henkilökohtaista. Yleisesti hiljainen tieto nähdään vastakkaisena tiedon tyyppinä eksplisiittiselle tiedolle, jolla tarkoitetaan formaalia ja systemaattista tietoa, joka voidaan esittää kirjaimin ja numeroin.

Käsitteenä hiljainen tieto liittyy läheisesti filosofian tietoteoreettiseen keskusteluun. Käsite viittaa erityisesti konstruktivistiseen lähestymistapaan, jonka mukaan yksilö konstruoi itse oman käsityksensä maailmasta. Ajattelutapa korostaa ihmisen kognitiivisten prosessien yksilöllisyyttä. Näin ollen käsite liittyy selkeästi myös kognitiotieteen tutkimuskenttään.

Kiinnostus hiljaista tietoa kohtaan on kasvanut viime vuosina ja siitä on tullut muotikäsite monilla eri aloilla. Syynä kiinnostuksen kasvuun on käsittääkseni se, että hiljaista tietoa pidetään selittävänä tekijänä asiantuntijuudelle, ammattitaidolle ja yleensäkin proseduraaliselle tiedolle (ei-verbaalinen tieto-taito). Tästä syystä hiljainen tieto liittyy yhtä tiiviisti niin tieteeseen ja työelämään kuin vaikkapa urheiluunkin.

Hiljainen tieto joutui erityisen suuren huomion kohteeksi 90-luvun jälkipuoliskolla knowledge management -kirjallisuudessa. Knowledge management on liiketaloustieteeseen kuuluva strateginen näkökulma, johon on kiinnitetty paljon huomiota myös tietojenkäsittelytieteessä. Käytännössä se on johtamisnäkökulma, joka korostaa tiedon, taidon ja osaamisen viisasta huolenpitoa ja hallinnoimista [Suurla, 2001]. Eräs selittävä tekijä ilmiöön oli, että organisaation huomattiin pystyvän saavuttamaan huomattavia kilpailuetuja ainutlaatuisen tietämyksen avulla; tietokantoihin ja dokumentteihin sisältynyt informaatio oli vain tiedon yksi puoli, sillä suuri osa tiedosta sijaitsee ihmisissä. Teknologian hyväksikäyttöön liittyvät mallit eivät olleet ottaneet tätä seikkaa riittävästi huomioon.

Japanilaisia Nonakaa ja Takeuchia voidaan pitää eräinä merkittävimmistä osanottajista knowledge management -piireissä yleistyneeseen keskusteluun hiljaisesta tiedosta. He julkaisivat vuonna 1995 kirjan *"The Knowledge-Creating Company"*, jonka ansiosta käsitteestä tuli paljon puhuttu johtamistieteessä. Tsoukaksen [2002] mukaan on lähes mahdotonta löytää organisatorista tietoa

koskevaa kirjallisuutta, jossa ei viitattaisi Nonakan ja Takeuchin teoriaan.

Nonaka ja Takeuchi esittävät kirjassaan teorian organisatorisesta tiedonluonnin prosessista, jonka avulla organisaatio voi saavuttaa ainutlaatuista tietämystä, mikä johtaa innovaatioihin, ja niiden kautta organisaation menestymiseen. Tiedonmuunnosprosessit hiljaisen tiedon ja eksplisiittisen tiedon välillä ovat teorian ydin.

Ennen Nonakan ja Takeuchin teorian käsittelemistä on kuitenkin syytä tutustua huolellisesti hiljaisen tiedon käsitteen teoreettiseen taustaan. Tässä mielessä tärkein hiljaista tietoa koskeva teoria on Polanyin kognitioteoria. Polanyin teorian tärkeyttä voidaan mielestäni perustella usealla eri tavalla. Ensinnäkin häntä pidetään käsitteen isänä ja sen tärkeimpänä filosofisena lähteenä. Hänen suorittamansa kognitiotieteen tutkimuksen voidaan katsoa Vuorensyrjän [2000] mukaan kohdistuneen kokonaan artikuloimattoman tiedon tutkimukseen. Polanyi aloitti aiheen tutkimisen jo 40-luvulla jatkaen sitä 70-luvulle asti. Hänen hiljaista tietämistä koskeva teoriansa on edelleen kattavin esitys aiheesta.

Polanyin kantava ajatus oli, että tiedämme enemmän kuin pystymme kertomaan [Polanyi, 1962]. Hänen mukaansa valtaosa tiedosta on persoonallista, joten asioita tiedetään kontekstista riippumatta henkilökohtaisella tavalla. Toisaalta, henkilökohtaiseen tietämiseen vaikuttaa muun muassa yksilön taustalla vaikuttava kulttuuri, mikä tekee henkilökohtaisesta tietämisestä tässä mielessä objektiivista. Polanyin päätyi ajatukseen, että eksplisiittisen tiedon taustalla on aina perustavammanlaatuista tietoa, jota on mahdotonta ilmaista. Polanyin teoria sijoittuu tässä mielessä filosofian tietoteoreettiseen keskusteluun, jossa on alusta asti kiistelty kokemustiedon ja käsitteellisen tiedon välisestä suhteesta.

Polanyin teorian näkökulmasta tiedonmuunnosta Nonakan ja Takeuchin esittämällä tavalla voidaan pitää varsin ongelmallisena johtuen pääasiallisesti hiljaisen tiedon sanomattomasta luonteesta; erityisesti hiljaisen tiedon saaminen esiin yksilöstä ja muuntaminen eksplisiittiseksi tiedoksi vaikuttaa hyvin ongelmalliselta. Äärimmäisimpien Nonakan ja Takeuchin teoriaa kritisoivien lähteiden mukaan hiljainen tieto on ymmärretty täysin väärin johtamistieteissä.

Kriittiseksi kysymykseksi nousee tässä yhteydessä, onko hiljaista tietoa mahdollista saada esiin yksilöstä. Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan hiljainen tieto on henkilökohtaista tietoa, jonka esiin saaminen ja ilmaiseminen

on *vaikeata*. He eivät kuitenkaan näe hiljaisen tiedon esiin saamista *mahdottomana*. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on perehtyä Nonakan ja Takeuchin esittämään tiedonluonnin teoriaan tarkastellen sen uskottavuutta erityisesti hiljaiseen tietoon liittyvissä seikoissa. Näin ollen tutkimusongelma on, *ovatko tiedonmuunnokset mahdollisia Nonakan ja Takeuchin esittämällä tavalla*. Vastaus tähän kysymykseen liittyy oleellisesti hiljaisen tiedon luonteeseen, eli siihen, kuinka hiljaista hiljainen tieto loppujen lopuksi on. Tutkimus on tyypiltään kvalitatiivinen perustutkimus, ja tutkimusote on käsitteellis-teoreettinen.

Hiljaisen tiedon käsitettä voidaan pitää melko hankalana tämän tutkimuksen kannalta. Spenderin [1996] mukaan käsite on heikosti määritelty, mistä syystä se tarkoittaa liian montaa asiaa ollakseen käyttökelpoinen strateginen käsite. Mielestäni käsite ei kuitenkaan ole ongelmallinen, vaan sen soveltaminen filosofian tietoteoreettisesta ympäristöstä liiketaloustieteen huomattavasti kapeampaan kontekstiin.

Toinen käsitteeseen liittyvä ongelmallinen tekijä on sen liittyminen useaan eri tieteenaan. Sen tietoteoreettinen tausta kuuluu selkeästi filosofian alueelle, mutta myös psykologian ja kognitiotieteen roolit korostuvat aihetta käsitellessä. Nonakan ja Takeuchin teoria liittyy puolestaan muun muassa taloustieteen johtamisteorioihin sekä tietojenkäsittelytieteen tiedon hallintaan. Käsitettä voidaan siis tarkastella monesta eri näkökulmasta.

Tutkielman toinen luku käsittelee Michael Polanyin teoriaa hiljaisesta tiedosta. Se tarjoaa teoreettisen taustan Nonakan ja Takeuchin teorian tarkastelua varten. Kolmannessa luvussa käsitellään Nonakan ja Takeuchin teoriaa organisatorisesta tiedonluonnin prosessista. Siinä esitetään tiedonmuunnoksen neljä eri muotoa sekä pohditaan tiedonluonnin mahdollistavia olosuhteita. Neljäs luku käsittelee Nonakan ja Takeuchin teoriassa ilmeneviä ongelmakohtia, jotka liittyvät lähinnä hiljaisen tiedon muuntamiseen eksplisiittiseksi tiedoksi. Tutkielman johtopäätökset esitetään viidennessä luvussa.

2. Michael Polanyin teoria hiljaisesta tietämisestä

Tässä luvussa esitetään pääkohdat Michael Polanyin hiljaisen tietämisen teoriasta, joka kehittyi jo 1940-luvulta lähtien useissa kirjoituksissa. Yleisesti se

on havainto- ja kognitioteoria, jonka lähtökohta on, että kaikella ihmisen omaamalla tiedolla on hiljainen (tacit) ulottuvuus. Polanyin [1968] mukaan ”tiedämme enemmän kuin pystymme kertomaan”.

2.1 Teorian taustaa

Polanyin teoria liittyy filosofisesta näkökulmasta läheisesti konstruktivismiin. Konstruktivismi on tietoteoreettinen ajattelutapa ihmisen suhteesta ympäröivään todellisuuteen, ja se antaa vastauksen muun muassa siihen, miten havaintomme ja tietomme ulkoisesta maailmasta ovat mahdollisia. Konstruktivismin pääajatus on, että ihminen konstruoi itse oman käsityksensä maailmasta. Konstruktivismi ei Lehtisen *et al.* [2005] mukaan hyväksy empiristisen tietoteorian lähtökohtaa, jonka mukaan tiedon saanti perustuu suoraan ympäristön havainnointiin, joka antaa havaittajalleen oikean kuvan maailmasta sellaisena kuin se on olemassa havaittajasta riippumatta.

Tämän tutkielman yhteydessä on syytä tarkastella erityisesti oppimista konstruktivistisesta näkökulmasta. Konstruktivistisen käsityksen mukaan oppiminen ei voi perustua ainoastaan tiedon siirtämiseen, sillä opittava asia tulkitaan yksilöllisellä tavalla, joka on riippuvainen muun muassa oppijan maailmankuvasta ja ennakkokäsityksistä. Lehtisen *et al.* [2005] mukaan ei ole olemassa suoraa kanavaa, jota käyttäen ihminen voisi siirtää tietoa toisen ihmisen mieleen, sillä oppiminen on oman käsityksen muodostamista opittavasta asiasta.

Toisaalta Polanyin teoria lähestyy humanistisen psykologian fenomenologista näkemystä, jonka lähtökohta on asioiden kokeminen itsenäisinä ilmiöinä yksilöllisesti tapahtuvalla tavalla. Fenomenologinen lähestymistapa mahdollistaa inhimillisten kokemusten, kuten esimerkiksi tunteiden ja moraalin, laajemman huomioimisen psykologisissa teorioissa [Dunderfelt *et al.*, 1993].

Polanyin teorian merkittävimmät psykologian vaikutteet liittyvät kuitenkin hahmopsykologiaan. Hahmopsykologian pääajatus on, että kokonaisuus on enemmän kuin sen osien summa. Hahmopsykologia korostaa kokonaisuutta havainnon jäsentymisessä; havainto tunnetaan sen yksityiskohtien ryhmittymisen perusteella. Yksityiskohtien jäsentymisessä katsotaan olevan erilaisia lainalaisuuksia ja periaatteita (hahmolait), joiden mukaan ryhmittely kokonaisuudeksi tapahtuu [Näätänen *et al.*, 1993]. Polanyi ei kuitenkaan

hyväksy perinteisen hahmopsykologian esittämää hahmolakien myötäsyntyisyyttä, vaan korostaa omien kokemusten kautta omaksuttavia hahmonmuodostussääntöjä.

2.2 Kaksi tietoisuuden tilaa

Polanyin teorian ydin on kaksi erilaista tietoisuuden tilaa, keskitetty tietoisuus (focal awareness) ja sivutietoisuus (subsidiary awareness). Keskitettyyn tietoisuuteen kuuluu kohde, johon toiminta tai tietäminen liittyy, ja joka on täsmällisesti tiedostettuna. Sivutietoisuudessa käsiteltävä tieto on keskitetyssä tietoisuudessa olevaan kohteeseen liittyvää hiljaista tietoa, jota ei pystytä ilmaisemaan. Juuri tässä yhteydessä tulee esiin Polanyin teorian hahmopsykologian vaikutteet, sillä Polanyin mukaan sivutietoisuudessa käsitellään artikuloimatonta tietoa ja sen piiriin kuuluu keskitetyssä tietoisuudessa olevan kokonaisuuden, eli käsittelyn alaisena olevan ilmiön, määrittelemättömien osien yhdistäminen [Polanyi, 1968]. Sivutietoisuuteen liittyvän tiedon voidaan ajatella olevan työkalutietoa siitä, miten kohteen kanssa tulee kulloinkin menetellä. Se on määrittelemätöntä tietäjälleen, mutta tietämisen prosessi on Polanyin mukaan vahvasti sen varassa.

Nämä kaksi erilaista tietoisuuden tilaa sulkevat toisensa pois siinä mielessä, että huomio voi kiinnittyä aktiivisesti vain toiseen kerrallaan. Polanyi [1962, 1966] kuvasi tätä esimerkillä pianistista; pianisti menettää keskittymisensä soittamisesta (keskitetty tietoisuus), jos hän kiinnittää huomionsa esimerkiksi sormiensa liikkeisiin, joka kuuluu sivutietoisuuteen. Seurauksena hän joutuu todennäköisesti keskeyttämään soittamisen.

Polanyin [1966] mukaan hiljainen tieto sijaitsee sivutietoisuudessa, mutta se ilmenee keskitetyn tietoisuuden sisältämän kohteen kautta. Tästä syystä hiljaista tietoa ei pystytä Polanyin mukaan artikuloimaan; sivutietoisuudessa sijaitsevia rakenneosia, jotka muodostavat kokonaisuuden, ei tunnisteta eikä siten pystytä kuvailemaan. Hiljainen tieto on omistajansa käytössä ilman, että hän pystyy tunnistamaan sen täydellisesti, koska ainoastaan keskitetyssä tietoisuudessa oleva kohde edustaa merkitystä sivutietoisuuden hiljaiselle tiedolle. Ilman kohteen edustamaa merkitystä sivutietoisuudessa oleva tieto ei siis ilmene, ja kohteen kanssa ilmetessään huomio on keskittynyt keskitettyyn tietoisuuteen, mikä aiheuttaa sivutietoisuuden tiedostamattomuuden.

Hildreth ja Kimble [2002] toteavat, että hiljaista tietoa ei voida artikuloida,

koska se on sisäistettynä tiedostamattomaan osaan mieltä; se edustaa ymmärryksen tasoa, johon tietoisuudella ei ole pääsyä.

2.3 Hiljaisen tiedon neljä aspektia

Polanyin [1966] mukaan hiljaisen tietämisen perusrakenteeseen kuuluu aina kaksi ehtoa, joiden välillä on looginen suhde. Ensimmäistä ehtoa voidaan kutsua läheiseksi (proximal) ja toista ehtoa kaukaiseksi (distal). Ehtojen nimet johtuvat siitä, että ensimmäisen ehdon voidaan ajatella olevan lähempänä henkilöä (tai henkilössä) kuin toisen ehdon. Läheiseen ehtoon liittyvä tieto on sivutietoisuuden hiljaista tietoa. Kaukainen ehto on se täsmällisesti tiedostettu kohde, johon toiminta tai tietäminen liittyy.

Suhde läheisen ja kaukaisen ehdon välillä yhdistää kahta eri tavalla ilmenevää tietoa. Polanyin [1966] mukaan läheiseen ehtoon liittyvä tieto kokonaisuuden muodostavista osatekijöistä on käytössä tiedostamattomasti, sillä edellytyksellä, että ihminen luottaa sen olemassaoloon ja oikeellisuuteen kiinnittäessään huomionsa tiedostettuun kohteeseen. Polanyi esittää tietämisen intentionaalisenä "from-to" -rakenteena, sillä tietäminen suuntautuu hiljaisten osatekijöiden kautta tietämisen kohteeseen. Hiljaisessa tietämisessä on siis kyse keskittymisen siirtämisestä kaukaiseen ehtoon läheisestä ehdosta käsin. Tätä Polanyi [1966] kutsuu hiljaisen tietämisen *toiminnalliseksi aspektiksi*.

Läheiseen ehtoon liittyvä tieto on siis käytössä ainoastaan kun se yhdistetään kaukaiseen ehtoon. Toisin sanoen, läheisen ehdon sisältämä tieto ilmenee tiedostetun kohteen asettamin ehdoin siinä määrin, miten se liittyy kohteeseen. Tämä on Polanyin [1966] mukaan hiljaisen tiedon *fenomenaalinen aspekti*.

Läheisen ehdon sisältämän tieto ilmenee kaukaisen ehdon kautta, koska kaukainen ehto edustaa merkitystä läheisen ehdon sisältämälle tiedolle. Tämä on Polanyin mukaan hiljaisen tiedon *semanttinen aspekti*.

Inhimillisessä ymmärtämisessä on Polanyin [1966] mukaan kysymys siitä ilmiöstä, jossa kohteeseen liittyvät tiedostamattomat osatekijät yhdistyvät, minkä seurauksena kahden ehdon välinen suhde ymmärretään. Tämä on hiljaisen tiedon *ontologinen aspekti*.

Edellä esitettyjä hiljaisen tietämisen eri näkökulmia on syytä selventää Polanyin [1966, s. 7-10] käyttämällä esimerkillä:

Eräässä psykologisessa kokeessa koehenkilölle näytettiin satunnaisessa järjestyksessä suuri määrä tavuja, jotka eivät tarkoittaneet mitään, vaan ne olivat satunnaisia kirjainyhdistelmiä. Tiettyjen tavujen näyttämisen yhteydessä koehenkilö sai kuitenkin sähköiskun. Kokeen edistyessä koehenkilö vaikutti varautuvan sähköiskuun sen aiheuttavan tavun nähdessään. Hän ei kuitenkaan pystynyt tunnistamaan iskun aiheuttavia tavuja niitä kysyttäessä. Lopulta koehenkilö tiesi tavun perusteella milloin sähköisku tuli, mutta hän ei osannut sanoa mikä sai hänet tietämään sen.

Tässä esimerkissä sähköiskun aiheuttavat tavut ovat läheinen ehto ja itse sähköisku on kaukainen ehto. Koehenkilö oppi yhdistämään nämä kaksi ehtoa; hänen huomionsa oli kiinnittyneenä sähköiskuun, ja hän oppi luottamaan tietoisuuteensa iskun aiheuttavista tavuista. Hän tunnisti tavut niiden yhteydestä sähköiskuun, toisin sanoen tavujen tunnustaminen oli mahdollista itse iskun määrittelemisellä ehdoin. Tavujen yksiselitteinen nimeäminen ei onnistunut, koska koehenkilö tunnisti tavut ainoastaan niiden merkityksen, sähköiskun, kautta.

2.4 Henkilökohtainen tieto

Polanyin ajattelussa henkilökohtainen tieto ei ole sama asia kuin yksilön subjektiivinen tieto, sillä henkilökohtaiseen tietoon liittyy myös objektiivinen ulottuvuus. Tästä syystä henkilökohtaisesta tiedosta puhuttaessa on Polanyin [1962] mukaan otettava huomioon sekä subjektiivinen että objektiivinen näkökulma.

2.4.1 Subjektiivinen näkökulma

Kuten edellä on mainittu, Polanyin teoria on selkeästi konstruktivistinen. Tämä tarkoittaa, että Polanyin mukaan ihmisen kognitiiviset prosessit perustuvat aikaisempaan tietoon sekä jo olemassaoleviin käsityksiin ja kokemuksiin. Polanyin ajattelussa tämä on suora seuraus siitä, että havainnon tekijä ja tiedonkäsittelijä rakentaa itse havainnon tai tiedon osatekijät kokonaisuudeksi täysin yksilösidonnaisella tavalla. Asioita tiedetään persoonallisella tavalla, sillä täysin koodatunkin tiedon käsittelemisessä vaikuttaa aina persoonallinen kerroin [Polanyi, 1966].

Yksilöllistä tapaa tietää kaikista eksplisiittisimpiäkin asioita voidaan

perustella usealla tavalla. Ensinnäkin, ihmisen keho on hyvin aktiivisesti mukana erilaisten objektien havaitsemisessa. Tämän takia keho osallistuu kaiken itsensä ulkopuolella sijaitsevan havaitsemiseen ja tätä kautta myös tietämiseen. Tästä syystä asioita koetaan, tunnetaan ja täten myös tiedetään Polanyin [1962] mukaan yksilöllisellä tavalla.

Toinen tärkeä tekijä on kieli, jonka suurin merkitys tässä yhteydessä on sanoilla ja käsitteillä. Erityisesti käsitteiden voidaan yleisesti ajatella tarkoittavan jotakin tiettyä kohdetta. Polanyi [1962] kuitenkin huomauttaa, että sanat sinänsä eivät merkitse mitään, vaan niiden merkitys on se, mitä puhuja niillä tarkoittaa tai kuuntelija niillä ymmärtää. Esimerkiksi kirjettä luettaessa huomiota ei kiinnitetä kirjeen sisältämiin sanoihin merkkiiyhdistelminä, vaan siihen merkitykseen, jonka sanat tuovat esiin. Tästä syystä viestin merkitys jää mieleen, vaikka saattaa olla mahdotonta muistaa täsmällisesti, millä sanoilla se esitettiin.

2.4.2 Objektiivinen näkökulma

Ajatus täysin objektiivisesta ja tietäjästään riippumattomasta tiedosta oli Polanyille [1962] virheellinen, mutta kaikessa tiedossa on kuitenkin hänen mukaansa myös objektiivinen ulottuvuus.

Traditio on tärkeä käsite Polanyin analyysissä. Traditiolla Polanyi pyrkii kuvaamaan, miten tietoa siirretään sosiaalisessa kontekstissa. Traditio on yksilön ulkopuolella sijaitseva sosiaalinen järjestelmä, joka sisältää muun muassa toimintamalleja, ohjeita, sääntöjä ja arvoja. Se on vahvasti kulttuuriin ja kieleen sidonnainen ja sen tarjoamaa taustaa vasten yksilö luo omat merkityksensä ja siten myös hiljaisen tietonsa. Tästä johtuu, että henkilökohtainen tieto ei ole sama asia kuin yksilön subjektiivinen tieto [Koivunen, 1997].

Lisäksi Polanyi [1962] korostaa, ettei tietäminen ole sattumanvarainen toimenpide eikä passiivinen kokemus, vaan vastuullinen teko, joka hakee universaalia hyväksyntää. Henkilökohtainen tietäminen on siis tässä mielessä hyvinkin objektiivista; yksilö hyväksyy tiedon ainoastaan, jos odottaa sen kohtaavan todellisuuden kanssa. Tietäminen vaatii henkilökohtaista arviointia, joka muokkaa tosiasioihin perustuvaa tietoa. Polanyi siis tarkoittaa henkilökohtaisella tiedolla subjektiivisen ja objektiivisen tiedon yhteensulautumaa, sillä kaiken subjektiivisen tiedon taustalla on traditiosta

peräisin olevaa objektiivista tietoa, ja myös vallitseva todellisuus antaa omat vaatimuksensa henkilökohtaiselle tietämiselle.

2.5 Hiljaisen tiedon merkitys

Polanyi kiistää täysin eksplisiittisen tiedon olemassaolon. Toisin sanoen, Polanyin [1962, 1966] mukaan kaikki tieto on joko hiljaista tietoa tai perustuu hiljaiseen tietoon. Kaplinski [1982] kuvaa samaa asiaa toteamalla luonnonihmisen tietoisuuden jakautuvan jäävuoren lailla kahteen osaan; valtaosa ihmisen tiedosta on pinnan alla sijaitsevaa alitajuista ja pitkällä aikavälillä omaksuttua, kun taas pinnan päällä oleva näkyvä osa on tietoista ja tietoisesti opittua. Pinnan alla oleva osa muodostaa kaiken tiedon perustan ja näin ollen pinnan päällä olevalla käsitteellisellä tiedolla ei voida tavoittaa asioiden todellista olemusta.

Polanyin [1962] mukaan hiljainen tieto on kaiken tietämisen perusta. Hiljaisen tiedon poistaminen johtaisi hänen mukaansa vähitellen myös eksplisiittisen tiedon tuhoutumiseen. Nimenomaan hiljaisen tiedon kautta ihminen tietää, milloin eksplisiittinen tieto on totta. Päällisin puolin ainoastaan eksplisiittistä tietoa sisältävässä dokumentissakin on aina mukana myös hiljaisen tiedon ulottuvuus, koska se on riippuvainen luojansa ja lukijansa kulttuurista, kielestä ja ymmärryksestä. Näin ollen hiljainen tieto ja eksplisiittinen tieto liittyvät tiivistä toisiinsa Polanyin teoriassa; niiden rajapintaa ei voi kuvata yksiselitteisesti. Hiljainen tieto on läsnä kaikkialla, sillä kaikessa tietämisessä on mukana henkilökohtainen kerroin.

Hiljaisen tiedon merkitys eksplisiittisen tiedon perustana on Polanyin [1962] mukaan aivan yhtä tärkeä myös tieteissä. Hän osoitti tämän seuraavan esimerkin avulla:

Menestyksekkäälle tieteelliselle tutkimukselle on välttämätöntä, että sen lähtökohtana ollut ongelma on hyvä siinä mielessä, että se on ainutlaatuinen ja omaperäinen. Tällaisen ongelman löytyminen ei luonnollisesti voi olla kovin yksinkertaista, koska sen tulisi olla sellainen, että sitä ei olla aikaisemmin pystytty näkemään. Nämä kaksi ehtoa vaikuttavat olevan keskenään ristiriidassa siinä mielessä, että jos ongelmaan ei yleisesti olla kiinnitetty huomiota, se vaikuttaa olevan joko merkityksetön tai mahdoton ratkaista. Tämän tyyppisen ongelman näkeminen edellyttää keksijältään, että hän pystyy

näkemään jotakin piilotettua; hänellä täytyy olla aavistus ongelmakokonaisuuden rakenneosien koherenssista, joka on tähän asti pysynyt kätkeytyneenä. Toisin sanoen, jos kaikki tieto olisi eksplisiittisesti esitettyä, ongelman löytäminen ja sen ratkaisun etsiminen olisi Polanyin mukaan mahdotonta. Toisaalta, jos ongelmia löytyy ja tieteellisiä löytöjä pystytään tekemään ratkaisemalla ongelmia, on tämä osoitus siitä, että on mahdollista tietää jotakin, mitä ei pystytä ilmaisemaan.

Polanyin mukaan tämän tyyppisestä hiljaisesta ennakkotietämisestä (tacit foreknowledge) on täytynyt olla kyse esimerkiksi silloin, kun Kopernikus jatkoi itsepintaisesti aurinkokeskeisen maailmankuvan tutkimista kuolemaansa saakka painostuksesta huolimatta.

Polanyin väite ulottuu kaikkialle. Hänen mukaansa ihmistä johtaa hiljaisesta ja kätkeytyneestä todellisuudesta peräisin olevat tuntemukset, jotka johdattavat ihmistä hänen tuntemiaan aavistuksia kohti reaali maailmassa. Yksilön omaama hiljainen tieto mahdollistaa määrittelemättömien asioiden tietämisen. Tämä osoittautuu Polanyin [1962] mukaan kyvyksi, joka itse asiassa mahdollistaa kaiken tietämisen.

3. Nonakan ja Takeuchin tiedonluonnin teoria

Tässä luvussa tarkastellaan, miten Nonaka ja Takeuchi soveltavat käsitettä omassa organisatorisessa teoriassaan. Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan ihmisen omaaman tiedon tutkimus ulottuu yhtä pitkälle kuin ihmisen tunnettu historia, mutta se on verrattain uusi tutkimuskohde johtamistieteessä ja organisaatioita koskevissa teorioissa.

3.1 Nonakan ja Takeuchin teorian taustaa

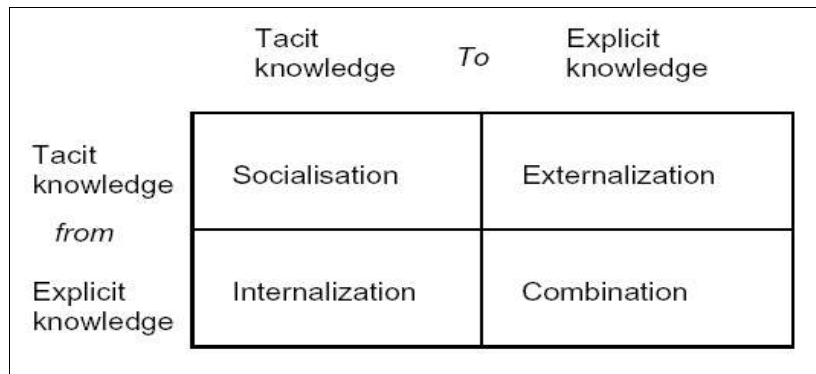
Nonakan ja Takeuchin ajattelun lähtökohta on, että organisaation ei tulisi olla ainoastaan tietoa käsittelevä yksikkö, vaan sen tulisi myös luoda tietoa. Tämä on heidän mukaansa välttämätöntä, jos organisaatio haluaa pystyä vastaamaan dynaamisella tavalla jatkuvasti muuttuvan ympäristön vaatimuksiin. Toisaalta he korostavat, että organisaatiossa toimivat yksilöt tulee nähdä aktiivisina innovaatioiden lähteinä. He väittävät, että nimenomaan kyky tuottaa uutta tietoa selittää japanilaisten yritysten kovan kilpailukyvyn kansainvälisillä

markkinoilla; uusi, tuotettu tieto leviää organisaatiossa, ja se liitetään tuotteisiin ja palveluihin.

Tiedon tuottamisen tärkeimpänä lähteenä Nonaka ja Takeuchi näkevät japanilaisen johtamistradition, jossa hiljaista tietoa pidetään keskeisenä tietoresurssina. Tämä perustuu heidän mukaansa jo lähtökohtaiseen eroon länsimaisen ja japanilaisen tietokäsityksen välillä, sillä japanilainen traditio korostaa kolmea asiaa: ihmisen ja luonnon ykseyttä, ruumiin ja mielen ykseyttä, sekä itsen ja muiden ykseyttä. Nonakan ja Takeuchin ajattelussa tämä selittää japanilaisen tavan nähdä todellisuus fyysisenä vuorovaikutuksena luonnon ja muiden ihmisten kanssa, minkä takia tietämiseen kuuluu erottamattomana osana muun muassa aiemmat kokemukset, intuitiot, arvot ja tunteet. Tästä syystä hiljaisen tiedon merkitys korostuu. Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan organisaation on mahdollista luoda tietoa, kun henkilöiden yksilöllistä hiljaista tietoa jaetaan kaikkien käyttöön organisaatiossa. Hiljaisen tiedon jakamiseksi ja saamiseksi muiden ymmärrettäväksi se on ensin muunnettava eksplisiittiseksi tiedoksi. Tämä on Nonakan ja Takeuchin mallin kantava ajatus.

3.2 SECI-malli

Nonakan ja Konnon [1998] mukaan on olemassa kahdenlaista tietoa; hiljaista ja eksplisiittistä. Nonaka *et al.* [1998] määrittelevät hiljaisen ja eksplisiittisen tiedon toisensa poissulkeviksi, vaikka Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan niitä ei voidakaan erottaa kokonaan toisistaan. Käsittääkseni he tarkoittavat tällä sitä, että vaikka tieto on joko hiljaista tai eksplisiittistä, nämä kaksi tiedon muotoa ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa, sillä heidän mukaansa tieto voi muuntua hiljaisesta eksplisiittiseksi ja päinvastoin. Heidän teoriansa perustuu tämän oletuksen varaan, mutta siinä korostuu erityisesti hiljaisen tiedon mobilisointi. Tiedonmuunnosprosessi on luonteeltaan sosiaalinen, eli se tapahtuu yksilöiden välillä [Nonaka & Takeuchi, 1995]. Nonaka ja Takeuchi esittävät tiedonluomisteoriansa SECI-mallin (Socialisation, Externalization, Combination, Internalization) avulla, joka kuvaa tiedon muuntumista neljän vaiheen kautta. Tiedon kaksi ilmenemismuotoa (hiljainen ja eksplisiittinen) mahdollistavat neljä erilaista muunnosta (Kuva 1): hiljaisesta hiljaiseksi (sosialisaatio), hiljaisesta eksplisiittiseksi (ulkoistaminen), eksplisiittisestä eksplisiittiseksi (yhdistely) ja eksplisiittisestä hiljaiseksi (sisäistäminen).



Kuva 1. Seci-malli: neljä erilaista tiedonmuunnosta [Nonaka & Takeuchi, 1995].

3.2.1 Sosialisatio (socialisation)

Sosialisatio tarkoittaa Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan hiljaisen tiedon muuntamisesta toisten henkilöiden hiljaiseksi tiedoksi. Sosialisaatiossa on kyse tekemällä oppimisesta, toisin sanoen oppiminen tapahtuu tarkkailemalla, imitoimalla ja käytännön tekemisellä. Nonaka ja Takeuchi korostavat, että hiljaista tietoa hankitaan muilta käyttämättä kieltä, sillä oppijan on ikään kuin projisoitava opettajan ajattelua. Opettajan kokemus on siis tärkeässä asemassa, mutta Nonaka *et al.* [1998] vaikuttavat korostavan vielä enemmän yhteisen kokemuksen tarvetta; hiljaisen tiedon omaksumiseen vaaditaan, että oppija pystyy assosioimaan tilanteeseen liittyviä ajatusmalleja ja tunteita. Tämä vaatii Nonakan ja Konnon [1998] mukaan oppijan ja opettajan välille fyysistä läheisyyttä ja molemminpuolista luottamusta, sillä hiljainen tieto siirtyy yksilöltä toiselle yhdessä toimimisen kautta.

Tyypillisin tapa toteuttaa sosialisatio on Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan perinteinen mestari-oppipoika -suhde, tai työharjoittelu organisatorisessa ympäristössä. Nonaka *et al.* [1998] esittävät tehokkaaksi tavaksi sosialisatian toteuttamiseksi myös työajan ulkopuolella tapahtuvat epämuodolliset tapaamiset; hiljaista tietoa vaihtuu epämuodollisen prosessin ja yhdessä vietetyn ajan kautta, mutta tämän lisäksi myös keskinäinen luottamus kasvaa, mikä tehostaa sosialisatiota.

3.2.2 Ulkoistaminen (externalization)

Nonaka ja Takeuchi [1995] tarkoittavat ulkoistamisella hiljaisen tiedon muuntamista eksplisiittiseksi tiedoksi. Se on prosessi, jossa hiljainen tieto artikuloidaan eksplisiittisiksi käsitteiksi [Nonaka *et al.*, 1998]. He kuitenkin

korostavat, että hiljaisesta tietoa ulkoistettaessa artikuloimalla ilmaukset jäävät usein puutteellisiksi ja saattavat olla myös epäjohdonmukaisia. Tästä syystä ulkoistaminen tapahtuu esimerkiksi käyttämällä kielikuvia, analogioita, kertomuksia, malleja ja hypoteeseja. Ulkoistaminen voidaan siis nähdä prosessina, jossa luodaan käsitteitä dialogin tai yhteisen mietiskelyn avulla; kyse on sellaisen tiedon kuvaamisesta, joka ei vielä ole käsitteellistä. Ulkoistamisessa korostuu Nonakan ja Takeuchin näkemys, jonka mukaan hiljaista tietoa on hankalaa, mutta ei mahdotonta saada esiin. Henkilön hyvin yksilölliset näkemykset on mahdollista saada esiin kuvainnollisen kielenkäytön avulla. Nonakan ja Konnon [1998] mukaan tällä tavalla henkilöt sitoutuvat ryhmään, jolloin yksilöiden tarkoitukset ja ideat sulautuvat ryhmän henkiseen maailmaan.

Ulkoistamisen asema on Nonakan ja Takeuchin mukaan siinä mielessä keskeinen SECI-mallissa, että siinä luodaan uutta, eksplisiittistä tietoa. He väittävät, että paljon siitä, mikä oli Polanyille ilmaisematonta, voidaan ilmaista. Kuten edellä on esitetty, se tapahtuu assosioimalla hankalasti ymmärrettäviä asioita toisten asioiden kautta, sekä kuvainnollisen kielenkäytön avulla.

3.2.3 Yhdistely (combination)

Yhdistelyssä on kysymys eksplisiittisen tiedon muuntamisesta uudeksi eksplisiittiseksi tiedoksi. Tämä tapahtuu yhdistelemällä erilaista eksplisiittistä tietoa. Kun organisaatiossa olevaa eksplisiittistä tietoa käsitellään lajittelemalla, luokittelemalla ja yhdistelmällä sitä muuhun eksplisiittiseen tietoon, tuloksena saattaa olla täysin uutta eksplisiittistä tietoa [Nonaka & Takeuchi, 1995].

Vaikuttaa, että kyse on siis olemassaolevan tiedon muokkaamisesta; se on tiedon purkamista osiin, eri lähteistä olevien osien yhdistelyä, järjestelyä ja kokoamista uudelleen. Yhdisteltävä eksplisiittinen tieto vaihtuu luonnollisesti yksilöiden välisessä vuorovaikutuksessa, joten kommunikaation rooli on tärkeä. Nonakan ja Takeuchin mukaan tällaisia eksplisiittisen tiedon vaihtamisessa tyypillisesti käytettäviä kanavia organisaatioissa ovat esimerkiksi erilaiset dokumentit, kokoukset, kahdenkeskiset keskustelut tai tietoverkkojen kautta tapahtuva kommunikaatio.

Nonaka ja Konno [1998] lisäävät, että eksplisiittisen tiedon käsitteleminen tekee siitä käyttökelpoisempaa. He myös korostavat, että yhdisteltävä tieto voi tulla myös organisaation ulkopuolelta.

Nonaka *et al.* [1998] puolestaan korostavat, että yhdistelyn päämääränä on useimmiten luoda uuden tuotteen prototyyppi tai kehittää uusi, innovatiivinen liiketoiminta-proseduuri.

3.2.4 Sisäistäminen (internalization)

SECI-mallin viimeisessä vaiheessa eksplisiittistä tietoa sisäistetään hiljaiseksi tiedoksi. Siinä on hyvin pitkälle kysymys tekemällä oppimisesta. Sisäistämässä on kriittistä laajentaa suoran kokemuksen alaa muodostamalla siitä mielikuvia [Nonaka & Takeuchi, 1995].

Nonakan ja Takeuchin mukaan sisäistäminen helpottuu, jos eksplisiittinen tieto on ilmaistu sanoin tai esimerkiksi diagrammeihin dokumenttien, käyttöohjeiden tai vapaamuotoisten kertomusten muodossa. Nonaka *et al.* [1998] lisäävät tähän vielä videon ja äänen hyväksikäytön. Nonaka ja Takeuchi perustelevat tämän väittämällä, että yksilö sisäistää kokemuksensa tehokkaammin niiden dokumentoimisen kautta, ja toisaalta dokumentoituna tietoa on helppo levittää muiden käytettäväksi, jolloin muut voivat kokea (re-experience) epäsuorasti dokumentoidut asiat uudelleen.

Nonaka ja Konno [1998] mainitsevat esimerkiksi sisäistämisestä suurten organisaatioiden perehdyttämisohjelmat uusille työntekijöille. Niiden kautta työntekijät oppivat ymmärtämään organisaatiota ja näkemään itsensä osana kokonaisuutta.

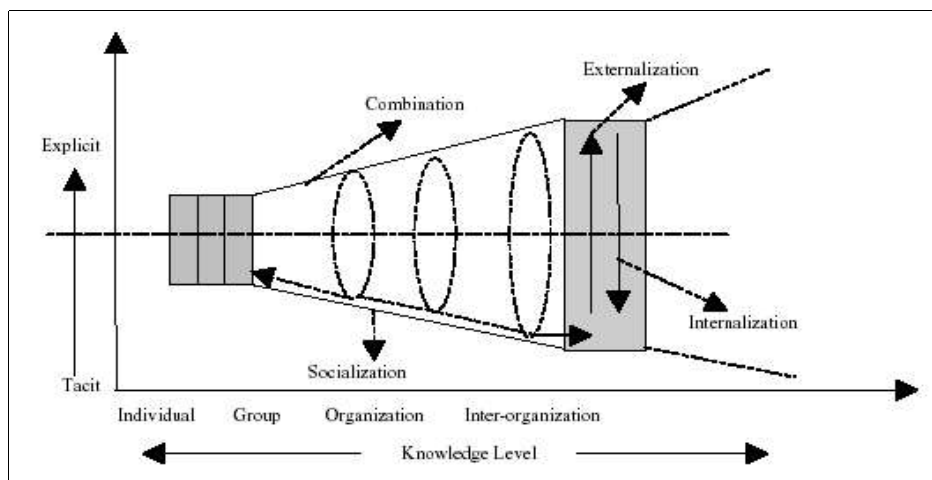
Yksilön kannalta sisäistäminen vaikuttaa olevan hyvin keskeinen vaihe SECI-mallissa siinä mielessä, että siinä kolmen edellisen vaiheen kautta saavutettu uusi tieto sisäistetään lopullisesti yksilöiden hiljaiseksi tiedoksi.

3.2.5 Tiedon spiraali (knowledge spiral)

Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan innovaatiot nousevat esiin hiljaisen ja eksplisiittisen tiedon vuorovaikutuksessa, jota edellä esitetyt neljä vaihetta kuvaavat. Sosialisaaion kautta saavutetaan toisen henkilön kautta ymmärrettyä tietoa (sympathized knowledge). Ulkoistamisen tarkoituksena on puolestaan tuottaa käsitteellistä tietoa. Yhdistelyn kautta saavutetaan systemaattista tietoa, ja sisäistämisen kautta operationaalista tietoa.

Nonaka ja Takeuchi [1995] korostavat, että tiedonluonti on jatkuva ja dynaaminen prosessi, sillä kokemuksen kautta saavutettu operationaalinen tieto (sisäistäminen) saa aikaan uuden tiedonluonnin prosessin sosialisaaion

kautta. Niinpä he laajentavat ajatteluaan pelkästä tietoteoreettisesta näkökulmasta ontologiseen näkökulmaan; tiedonluonnin prosessi alkaa yksilöiden tasolta leviten erilaisten tiimien ja osastojen kautta koskemaan koko organisaatiota ja lopulta se voi levitä jopa yli organisaation rajojen. He kutsuvat tätä prosessia tiedon spiraaliksi, joka on havainnollistettu kuvassa 2. Tiedon spiraalin avulla Nonaka ja Takeuchi kuvaavat, kuinka hiljaisen ja eksplisiittisen tiedon välisen vuorovaikutuksen laajuus kasvaa sen liikkuesssa ylöspäin ontologisilla tasoilla.



Kuva 2. Organisatorisen tiedonluonnin spiraali [Nonaka & Takeuchi, 1995].

3.3 Tiedonluonnin prosessi

Edellä esitetty SECI-malli on Nonakan ja Takeuchin teorian lähtökohta. Kun siihen lisätään ajan ulottuvuus, niin saadaan viisivaiheinen malli, joka avulla Nonaka ja Takeuchi [1995] esittävät, miten ideaalinen tiedonluonnin prosessi tapahtuisi käytännössä.

Ensimmäisessä vaiheessa on kyse hiljaisen tiedon jakamisesta, sillä kuten jo edellä on huomattu, hiljainen tieto on Nonakan ja Takeuchin ajattelussa uuden tiedon lähde. Tästä syystä organisaation henkilöstön omaama hiljainen tieto on tiedonluonnin perusta; organisaatio itsessään ei voi luoda uutta tietoa. Organisaation johdon tehtävänä on mahdollistaa olosuhteet, joissa yksilöiden välinen vuorovaikutus on mahdollista. Nonaka ja Takeuchi [1995] viittaavat ensimmäisellä vaiheella sosialisointiin. Vaiheen tavoitteena on muodostaa yhteisiä mentaalisia malleja yksilöiden erilaisten kokemusten ja näkemysten yhdistyessä.

Toisessa vaiheessa luodaan uusia käsitteitä. Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan juuri toisessa vaiheessa hiljaisen ja eksplisiittisen tiedon vuorovaikutus on voimakkainta. Tehokasta dialogia jatketaan ja tavoitteena on saada artikuloitua yhdessä muodostettu mentaalinen malli. Nonakan ja Takeuchin mukaan mallia työstetään sanoiksi, kunnes se vihdoinkin kirkastuu eksplisiittisiksi käsitteiksi. Toinen vaihe liittyy selkeästi ulkoistamiseen, joten toisessa vaiheessa käytettävät menetelmät vastaavat ulkoistamisen metodeita.

Kolmas vaihe käsittelee toisessa vaiheessa luotujen käsitteiden oikeuttamista organisaatiossa. Kuten aiemmin on mainittu, tiedonluonnin prosessi tapahtuu pääasiallisesti yksilöiden tai pienryhmien tasolla, mutta uusien käsitteiden pitää saada oikeutus koko organisaation tasolla. Nonaka ja Takeuchi tarkoittavat oikeutuksella tässä yhteydessä prosessia, jossa päätetään, ovatko uudet käsitteet todella kannattavia organisaatiolle. On huomattava, että kirjoittajat eivät viittaa ainoastaan taloudelliseen kannattavuuteen, vaan kannattavuus voi olla myös kvalitatiivista; sen ei tarvitse olla objektiivista, vaan se voi perustua esimerkiksi erilaisiin arvoihin. Kolmannessa vaiheessa korostuu täten erityisesti organisaation johdon rooli.

Neljännessä vaiheessa oikeutettu käsite muutetaan konkreettiseksi malliksi. Jos esimerkiksi on kysymys uudesta tuotteesta, pyritään tuottamaan prototyyppi. Malli voi olla myös abstraktimpi, esimerkiksi jonkinlainen toimintamalli. Nonaka ja Takeuchi liittävät neljännen vaiheen yhdistelyyn, sillä kyseessä on eksplisiittisten käsitteiden muuttaminen eksplisiittisiksi malleiksi. He korostavat vaiheen monimutkaisuutta, jonka takia dynaaminen yhteistyö organisaation eri osastojen välillä on kriittinen tekijä.

Viides vaihe käsittelee tiedon leviämistä organisaatiossa, eli sitä, kuinka tieto ylittää organisaation eri tasoja. Tässä vaiheessa malli siirtyy uudelle ontologiselle tasolle. Tämä tapahtuu ensinnäkin organisaation sisällä, kun malli voi saada aikaan uuden tiedonluonnin kehän levitessään sekä horisontaalisesti että vertikaalisesti organisaation sisällä. Nonaka ja Takeuchi vaikuttavat tarkoittavan innovaation johtavan idean jatkokehittelyyn tai kokonaan uusiin innovaatioihin. Tämä voi siis tapahtua myös eri organisaatioiden välillä. Uusi tieto voi laittaa liikkeelle tiedonluonnin prosessin missä tahansa muussa kyseiseen organisaatioon tavalla tai toisella liittyvässä organisaatiossa.

3.4 Tiedonluonnin mahdollistavat olosuhteet

On selvää, että tiedonluonnin prosessi vaatii uudenlaista ajattelutapaa organisaatiossa. Nonaka ja Takeuchi [1995] huomauttavatkin, että jokaisen prosessiin osallistuvan on löydettävä itsestään uusia puolia ja pyrittävä ylittämään itsensä. Tämän lisäksi organisatorisella tasolla on kriittisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat prosessin onnistumiseen ja tehokkuuteen. Nonaka ja Takeuchi [1995] ovat erottaneet viisi vaatimusta, joita prosessin tehokas toteuttaminen tarvitsee onnistuakseen. Ne ovat tarkoitus, autonomia, luova kaaos, redundanssi ja riittävä monimuotoisuus.

3.4.1 Tarkoitus

Tiedon spiraalin kehittymistä johdattaa organisaation tarkoitus, jonka Nonaka ja Takeuchi määrittelevät liittyvän organisaation pyrkimykseksi päästä tavoitteisiinsa. He vaikuttavat viittaavan tarkoituksella yrityksen strategisiin tavoitteisiin. Tästä näkökulmasta katsottuna organisaation strategisen tarkoituksen tulee esittää selkeä visio siitä, minkälaista tietoa tulisi tuottaa. Tarkoitus tarjoaa siis kaikista tärkeimmän kriteerin uuden, tuotetun tiedon sopivuuden määrittelemiseksi organisaatiolle; ilman tarkoitusta tuotetun tiedon arvokkuuden määrittelemisen olisi mahdotonta. Mallin toiminnan kannalta on siis välttämätöntä, että tarkoitus on selvillä organisaation henkilöstölle, ja että henkilöstö sitoutuu siihen. Lisäksi tarkoitus korostuu siinä vaiheessa, kun uusille käsitteille haetaan oikeutusta.

3.4.2 Autonomia

Kaikkien organisaation yksilöiden tulisi voida toimia niin autonomisesti kuin olosuhteet mahdollistavat. Se on ensinnäkin keino saada esiin odottamattomia mahdollisuuksia henkilöstön ajattelun kautta. Lisäksi autonomia motivoi henkilöstöä uuden tiedon luontiin, sillä Nonakan ja Takeuchin mukaan omaperäinen tieto saa alkunsa autonomisissa yksilöissä. Ihmisten tapa ajatella itsenäisesti ja tuoda julki omia näkemyksiään on tärkeää koko mallin kannalta, mutta sen merkitys korostuu erityisesti kahdessa ensimmäisessä vaiheessa.

3.4.3 Luova kaaos

Luova kaaos stimuloi vuorovaikutusta organisaation ja sen ympäristön välillä. Nonaka ja Takeuchi [1995] suosittelevat eräänlaista jatkuvaa epävakautta, joka saa aikaan rutiinien ja tapojen särkymisen. Tällä pyritään pääsemään eroon

mukavuudentunteesta, joka jarruttaa organisaation kehittymistä ja joustavuutta. Nonaka ja Takeuchi vaikuttavat tarkoittavan, että organisaation on pidettävä jatkuvaa uudistumista ihanteellisena. He näkevät epävakauden yksilöiden mahdollisuutena uudistaa ajattelutapaansa. Epävakaas voi syntyä automaattisesti ja odottamattomasti organisaation ulkoisista tekijöistä johtuen, mutta myös organisaation johto voi synnyttää tilanteen tarkoituksellisesti esimerkiksi asettamalla vaativia haasteita. Luonnollisesti myös yksittäinen henkilö voi asettaa itselleen korkeita tavoitteita. Nonaka ja Takeuchi kutsuvat tällaista tarkoituksellisesti luotua kriisitilannetta luovaksi kaaokseksi. Tilanteen tarkoituksena on saada henkilöstö keskittymään ongelmaan ja luovaan ongelmanratkaisuun. Luovan kaaoksen tarkoituksena on toimia liikkeellepanevana voimana tiedonluonnin prosessissa ja tehostaa sitä. Nonaka ja Takeuchi kuitenkin huomauttavat, että tällaisen lähestymistavan kanssa on oltava varovaisia, sillä kaaos saattaa muuttua myös tuhoisaksi. Tästä syystä on välttämätöntä, että henkilöt arvioivat omia toimiaan, mikä puolestaan vaatii autonomiaa. Henkilöstön kyky itsereflektioon on kriittinen tekijä, jotta kaaos olisi luovaa.

3.4.4 Redundanssi

Nonaka ja Takeuchi [1995] tarkoittavat redundanssilla tilannetta, jossa henkilöstön käytettävissä olevan tiedon määrä ylittää heille kuuluvaan tehtävään tarvittavan tiedon määrän. Tilanne, jossa tieto on osittain päällekkäistä, voidaan luovan kaaoksen tavoin järjestää tietoisesti. Redundanssi tehostaa tiedonluonnin prosessia, koska sen avulla eri tehtävissä toimivat henkilöt voivat puhua samoista asioista siitä huolimatta, että heidän näkökulmansa eroavat. Erilainen näkökulma tarjoaa erilaista tietoa. Redundanssin avulla henkilöt voivat siis ylittää omat funktionaaliset rajansa organisaatiossa, mikä on tärkeätä erityisesti siinä vaiheessa, kun käsitteitä luodaan. Tarpeeton tieto auttaa myös henkilöitä ymmärtämään organisaatiota paremmin, ja erityisesti oman paikkansa siinä. Nonaka ja Takeuchi mainitsevat keinoiksi redundanssin lisäämiseen muun muassa henkilöstön strategisen rotaation tehtävistä toisiin sekä sisäisen kilpailun esimerkiksi tuotekehittelyssä. Myös redundanssin kohdalla on organisaatiossa tiedettävä tarkkaan, mitä ollaan tekemässä. Liika redundanssi voi johtaa tiedon ylikuormitukseen, eli tilanteeseen, jossa tietoa on yksinkertaisesti liikaa ja oikean tiedon löytäminen on hankalaa. Lisäksi liika redundanssi saattaa vähentää operationaalista

tehokkuutta. Tasapaino tiedon luonnin ja tiedon käsittelyn välillä on kriittinen tekijä, jotta redundanssista olisi hyötyä.

3.4.5 Riittävä monimuotoisuus (requisite variety)

Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan organisaation monimuotoisuuden on vastattava ympäristön monimuotoisuutta, jotta ympäristön asettamiin haasteisiin pystyttäisiin vastaamaan. Tämä johtuu siitä, että muutosta pystytään hallitsemaan, jos monimuotoisuus on riittävää. Ymmärtääkseni kirjoittajat tarkoittavat riittävällä monimuotoisuudella kykyä vastata toimintaympäristön muutokseen. Siihen liittyy kyky yhdistellä tietoa eri tavoilla joustavasti ja nopeasti. Tärkeintä on kuitenkin se, että jokaisella organisaation henkilöllä on käytettävissään tarvittava tieto nopeasti ja yksinkertaisesti. Riittävän monimuotoisuuden saavuttamiseksi kirjoittajat mainitsevat tehokkaat tietoverkot ja suhteellisen usein tehtävät organisaatorakenteen muutokset, joiden kautta henkilöt saavuttavat monikäyttöistä tietoa ja myös organisaatio on valmiimpi ympäristön odottamattomiin muutoksiin.

4. Nonakan ja Takeuchin teorian ongelmakohtia

Tässä tutkielmassa suurin huomio Nonakan ja Takeuchin mallissa kiinnittyy ulkoistamiseen, koska se käsittelee hiljaisen tiedon muuntamista eksplisiittiseksi tiedoksi. Hiljaisen tiedon määrittely nousee tässä yhteydessä hyvin tärkeäksi kysymykseksi. Nonaka ja Takeuchi [1995] määrittelevät hiljaisen tiedon *toistaiseksi* artikuloimattomaksi tiedoksi, eivätkä näe estettä sen muuntamiselle eksplisiittiseksi tiedoksi. Polanyin mukaan hiljainen tieto on suurimmaksi osaksi tiedostamatonta, mistä syystä hiljaisen tiedon esiin saaminen on mahdotonta. Kohdassa 4.1 käsitellään lähinnä ulkoistamiseen liittyviä ongelmia.

Jos ulkoistamiseen liittyvät ongelmat sivuutetaan tulee eteen silti uusia ongelmia. Ne liittyvät muun muassa kommunikaatioon sekä ihmisten hyvin henkilökohtaiseen tapaan tietää. Tässä yhteydessä on kyse lähinnä sosialisatiosta ja sisäistämisestä. Näitä ongelmia käsitellään kohdassa 4.2.

Nonakan ja Takeuchin mallin jokaisessa vaiheessa yksilöiltä vaaditaan valmiutta avoimeen tiedon jakamiseen. Vaadittavaa avoimuutta ei voida kuitenkaan mielestäni pitää itsestään selvänä. Tiedon jakamiseen liittyvää

ongelmaa tarkastellaan kohdassa 4.3.

4.1 Hiljaisen tiedon muuntaminen eksplisiittiseksi tiedoksi

Ulkoistamisessa on kyse hiljaisen tiedon artikuloimisesta eksplisiittiseksi tiedoksi kuvainnollisen kielenkäytön avulla. Polanyin teorian pohjalta prosessi vaikuttaa ongelmalliselta erityisesti sen takia, että hiljaista tietoa ei ole Polanyin ajattelussa mahdollista saada esiin yksilöistä. Kohdassa 4.1 esitetään kolme perustelua Polanyin edellä mainitulle väitteelle. Ne osoittavat, että hiljaisen tiedon ulkoistaminen on mahdotonta.

4.1.1 Hiljaisen tiedon ja eksplisiittisen tiedon suhde

Nonaka *et al.* [1998] määrittelevät hiljaisen ja eksplisiittisen tiedon toisensa pois sulkeviksi, vaikka Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan niitä ei voida erottaa kokonaan toisistaan. Tästä huolimatta on ilmeistä, että Nonakan ja Takeuchin teoria perustuu hiljaisen ja eksplisiittisen tiedon melko karkeaan erottamiseen toisistaan.

Polanyi ei kuitenkaan nähnyt yksiselitteistä rajapintaa hiljaisen tiedon ja eksplisiittisen tiedon välillä, vaan hänen ajattelussaan ne liittyvät hyvin tiiviisti toisiinsa. Tsoukaksen [2002] mukaan johtamistieteessä hiljaisen tiedon katsotaan yleisesti olevan eksplisiittisen tiedon vastakohta, kun taas Polanyin ajattelussa ne ovat lähinnä saman asian kaksi eri puolta.

Myös Hildrethin ja Kimblen [2002] mukaan tieto tulee nähdä kaksinaisuutena, eli kaikessa tiedossa on heidän mukaansa hiljainen ja eksplisiittinen osa. He korostavat, että kyse on ainoastaan niiden suhteen vaihtelusta. Heidän mukaansa kaikessa tiedossa on siis hiljainen, sanomaton osa, ja vaikka tietyissä olosuhteissa hiljaista tietoa voidaan saada esiin, ei ole mahdollista muuttaa *kaikkea* hiljaista tietoa eksplisiittiseksi. He perusteleva väitteensä sillä, että kaikista eksplisiittisimmässäkkin tiedossa on mukana kulttuurin, kielen konventioiden ja ajatusten ristiviitteiden tausta, jota ei yksinkertaisesti voi saada esiin. Jos Nonakan ja Takeuchin teoriaa tarkastellaan tällaista taustaa vasten, eksplisiittiseksi tiedoksi muutettu "hiljainen tieto" on ainoastaan informaatiota, kun taas todellinen tieto on alkuperäisen omistajansa päässä osittain hänelle itselleenkin tiedostamattomassa muodossa.

Hildrethin ja Kimblen [2002] mukaan tietoa artikuloidessa tapahtuu aina abstraktiota. Ymmärtääkseni se tarkoittaa tässä yhteydessä myös tiedon

häviämistä. He päätyvät lopputulokseen, jonka mukaan ajatus hiljaisen tiedon esiin saamisesta on harhaanjohtava.

4.1.2 Hiljaisen tiedon tiedostamattomuus

Tsoukaksen [2002] mukaan Nonaka ja Takeuchi ovat tulkinneet hiljaisen tiedon käsitteen väärin, koska he ovat sivuuttaneet hiljaisen tiedon sanomattoman luonteen. Hänen mukaansa hiljaista tietoa ei voida saada esiin, tulkita tai muuntaa, sillä kuten Polanyi asian esitti useissa teksteissään, hiljainen tieto tulee ilmi vain yksilön tekojen kautta. Tsoukas perustelee väitettä hiljaisen tiedon tiedostamattomuudella. Hildreth ja Kimble [2002] kiinnittävät huomionsa samaan asiaan. Heidän mukaansa hiljaista tietoa ei voida artikuloida, koska yksilö on sisäistänyt sen tiedostamattomaan osaan mieltä. Hiljainen tieto siis vaikuttaa sellaisella ymmärryksen tasolla, johon tietoisuudella ei ole pääsyä.

Polanyin teorian pohjalta perustelu on uskottava, sillä jotta esimerkiksi johonkin taitoon liittyvä hiljainen tieto voitaisiin muuntaa eksplisiittiseksi tiedoksi, tarvitsisi huomio siirtää sivutietoisuuteen suorituksen aikana, koska hiljainen tieto tulee esiin ainoastaan suoritusten kautta. Tässä tapauksessa suoritusta ei pystyittäisi jatkamaan täysipainoisesti, koska sivutietoisuuteen keskittyminen siirtäisi huomion pois itse suorituksesta (keskitetyistä tietoisuudesta). Kyseinen henkilö ei siis harjoittaisi taitoa, vaan *ajattelisi* sen harjoittamista.

Tsoukas [2002] huomauttaa, että tällaista ajattelua voidaan kritisoida väittämällä, että suoritusta voidaan pohtia erikseen, esimerkiksi välittömästi itse suorituksen jälkeen. Tämä on kuitenkin Tsoukaksen mukaan virheellinen väite, sillä tällainen reflektointi kuvaisi vain taidon teknistä osaa, joka on mahdollista kuvata säännöin ja periaattein. Sen sijaan sanomaton osa, joka perustuu henkilökohtaisiin käsityksiin, jäisi sanomattomaksi. Tsoukas perustelee ajatuksen Ludwig Wittgensteinia lainaten: "On asioita, joita ei huomata, koska ne ovat aina silmien edessä."

Tuntuu järkevältä ajatella, että jotakin taitoa ei pystytä tarkasti kuvaamaan refleктоimalla, sillä taidon määrittely vaatisi välttämättä jonkinlaisten 'if-then' - tyyppisten, loogisten sääntöjen käyttöä, mikä vaikuttaa kadottavan tietoa. Sääntöjen käyttö voi Polanyin mukaan olla hyödyllistä, mutta ne eivät määritä taitoa, sillä ne eivät pysty korvaamaan hiljaista tietoa taidosta. Tsoukaksen [2002] mukaan säännöt jäävät kokemattomassa oppijassa vaille kontekstia, ne

ovat tiedon murusia, joita ei osata yhdistää sivutietoisuudessa kokonaisuudeksi. Lisäksi Gourlayn [2002] mukaan sääntöjä jonkun toiminnan suorittamiseen ei voida kuvata kovinkaan tarkasti, koska tällaisten sääntöjen tulkinta vaatisi lisää sääntöjä, mikä johtaisi päättymättömään sääntöjen kehään. Toisin sanoen, toiminta on hallittava ennen kuin sääntöjä osataan käyttää.

4.1.3 Hiljainen tietäminen

Polanyi puhui hiljaisesta tietämisestä toimintana, millä hän käsittääkseni halusi korostaa, että on riittämätöntä tarkastella tietoa sinänsä. Gourlayn [2002] mukaan kyse on laadullisesta prosessista, jossa kaukaisen ja läheisen ehdon yhdistämisen kautta kokonaisuus on ymmärrettävissä. On siis huomattava, että kukaan ei yhdistä ehtoja automaattisesti, vaan yhdistäminen on itse tietäjän vastuulla. Tässä mielessä vaikuttaa virheelliseltä lähestymistavalta ajatella hiljaisen tiedon olevan ainoastaan jonkin kognitiivisen prosessin tuote. Järvisen [2000] mukaan esimerkiksi insinöörillä on tietämystä, mitä hänen voidaan katsoa omistavan, mutta on myös sellaista tietämystä mikä näkyy ainoastaan hänen työssään.

Myös Cookin ja Brownin mukaan tietämisellä ei voida katsoa tarkoitettavan jotakin, jota käytetään toiminnassa, vaan se on toimintaa [Järvinen, 2000]. Heidän mukaansa tietäminen on toiminnan yksi aspekti, joten sekin on vuorovaikutuksessa maailman kanssa; tietäminen koskee vuorovaikutusta tietäjän ja maailman välillä. Myös Polanyi korosti tätä seikkaa; hänen mukaansa tietäminen on vastuullinen teko, jonka odotetaan kohtaavan todellisuuden kanssa [1966].

4.2 Kommunikaatio, käsitteellistäminen ja ymmärtäminen

Nonakan ja Takeuchin teoriassa korostuu ihmisten välinen vuorovaikutus ja yhdessä tekeminen. Suurlan [2001] mukaan mallin ensimmäisessä vaiheessa on tärkeää, että ihminen kiinnostuu kehittämään itseään yhdessä muiden kanssa, mikä vaatii nöyryyttä oppia toisilta. Toisessa vaiheessa on kiinnostuttava toisten ihmisten tavasta nähdä asioita. Suurlan mukaan kyse on antamisesta ja vastaanottamisesta. Kolmannessa vaiheessa yksilön on nähtävä, miten uusi käsitteellinen tieto hyödyttää koko yhteisöä, mikä vaatii yhteisvastuuta. Neljäs vaihe vaatii Suurlan mukaan erityisesti yksilöiden sitoutumista organisaatioon, jotta tieto leviäisi ja olisi hyödyllistä organisaatiolle.

Mielestäni on syytä miettiä, mitä ihmisten välinen vuorovaikutus vaatii,

jotta sen kautta saavutettaisiin Nonakan ja Takeuchin esittämiä tuloksia. Kangassalon [1999] mukaan kommunikaatiosta on kyse siitä, että henkilö lähettää viestin toiselle henkilölle jostakin aiheesta. Viestin aihe on todennäköisesti sisältyneenä viestin lähettäjän tietämyksessä, joka koostuu hänen käsityksistään. Viestin lähettäjä koodaa tiedon jollekin kielelle ja lähettää sen käyttämällä jotakin kommunikaatiokanavaa. Viesti voi sisältää faktoja, käsitte kuvauksia tai molempia, ja sillä on tietty käsitteellinen rakenne koskien aihetta. Käsitteellinen rakenne koostuu pääasiallisesti käsitteistä ja niiden välisistä suhteista. Käsitteet koostuvat tiedosta kyseisestä aiheesta, mutta ne perustuvat lähettäjän käsityksiin ja lähettäjän tietämykseen. Viestin vastaanottaja saa viestin ja tulkitsee sen soveltaen omia käsityksiään. Hän siis rakentaa oman tulkintansa viestin käsitteellisestä rakenteesta ja liittää sen omaan tietämykseensä. Vastaanottaja yrittää ymmärtää viestin omasta näkökulmastaan. Osa viestin sisällöstä saattaa olla täysin uutta vastaanottajalle, mikä saattaa muuttaa hänen tietämystään.

Kangassalon [1999] mukaan kommunikaation onnistuminen riippuu monista asioista: kuinka samanlaiset kommunikoivien osapuolten käsitykset kyseisestä aiheesta ovat? Miten viestin lähettäjä koodaa käsityksensä kielellisiksi ilmaisuiksi? Miten vastaanottaja purkaa ilmaiset? Miten osapuolet hallitsevat ja käyttävät kommunikoinnissa käytettävää kieltä?

Kangassalon [1999] mukaan edellä esitetyistä tekijöistä johtuen on hyvin mahdollista, että viestin vastaanottaja ymmärtää vain murto-osan viestistä sillä tavalla, millä lähettäjä tarkoitti sen ymmärrettäväksi. Kangassalo toteaa, että erilaisista käsitteiden standardoinneista huolimatta ihmisten käsitykset ovat hyvin erilaisia, koska ne perustuvat omiin henkilökohtaisiin kokemuksiin, abstrahointeihin sekä päättelyihin.

Kommunikoinnissa ei siis ole kysymys ainoastaan datan lähettämisestä ja vastaanottamisesta. Mielestäni tämä on seikka, jonka Nonaka ja Takeuchi ovat jättäneet liian vähälle huomiolle teoriassaan, sillä kommunikaation onnistuminen vaikeutuu entisestään, kun on kyse henkilökohtaisista kokemuksista, tavoista ja uskomuksista. Tästä syystä on mielestäni perusteetonta väittää, että henkilön hyvin yksilölliset näkemykset olisi mahdollista saada esiin ja ymmärtää samalla tavalla kuin näkemykset omaava henkilö ne ymmärtää siitäkkin huolimatta, että näkemysten kuvaamiseen käytetty kieli olisi hyvin havainnollista.

Lisäksi tiedon liittäminen osaksi omaa tiedon järjestelmää riippuu persoonallista kyvyistä. Konstruktivistisen psykologian näkemyksen mukaan tieto on edustettuna ihmisen muistissa eräänlaisena käsiteverkkona, jolle on ominaista pitkälle kehittynyt henkilökohtainen rakenne [Näätänen *et al.*, 1992]. Tästä syystä tieto jäsentyy yksilöllisesti jo olemassa oleviin tiedon rakenteisiin ja luokituksiin. Jäsentyminen tapahtuu tiedostamattoman metatiedon avulla. Metatieto on tietoa tiedosta, ja se voi kertoa esimerkiksi tiedon alkuperästä ja sen käyttötarkoituksesta [Näätänen *et al.*, 1992].

Käsiterakenne kehitetään itse muun muassa kokemusten, havaintojen, oppimisen ja päättelyn perusteella. Käsiterakenteen muokkaamisessa on Kangassalon [1999] mukaan kysymys yksilön yrityksestä käyttää olemassaolevaa tietoaan hänen yrittäessään ymmärtää uusia kokemuksia. Muokkaamisella tarkoitetaan lähinnä olemassaolevien käsitteiden muuntelua, käsiterakenteiden organisointia uudelleen ja uuden tiedon liittämistä olemassaoleviin rakenteisiin. Edellä mainituista syistä asiat koetaan ainutlaatuisella tavalla riippumatta asian esitystavasta.

Ludwig Wittgensteinin ajattelussa minkään käsitteen merkityssisältöä ei ole mahdollista määritellä tyhjentävästi, koska se riippuu täysin yksilön jo ymmärrettyinä olevista käsitteistä [Vuorensyrjä, 2000]. Hieman kontekstista riippuen tämän tyyppinen täydellinen määrittely ei usein ole tarpeenkaan, ja esimerkiksi Wittgenstein huomauttaa, että viittaus kohteeseen tavalla, jolla viestin lähettäjä itse ymmärtää sen merkityssisällön, riittää usein välittämään ymmärryksen myös viestin vastaanottajalle [Vuorensyrjä, 2000]. Mielestäni Nonakan ja Takeuchin teoriassa vaaditaan kuitenkin melko paljon tarkempaa ymmärtämistä heidän puhuessaan esimerkiksi tapahtumien uudelleen kokemisesta (re-experience) muiden, kuin itse tilanteen kokeneen toimesta. Polanyin [1962] mukaan jokaisen yksilön yksittäisen havainnon ja mielteen sommitelmaan sisältyy niin paljon yksilösidonnaisia elementtejä, että kyseiset sommitelmat eivät voi olla olemassa samanlaisina kenellekään toiselle yksilölle. Nonakan ja Takeuchin [1995] mukaan hiljaisen tiedon jakaminen monien erilaisia taustoja, näkökulmia ja motivaatioita omaavien yksilöiden kesken on kriittinen askel tiedonluonnin toimimisen kannalta. Tästä syystä yksilöiden tunteet ja mentaaliset mallit pitää heidän mukaansa jakaa yhteisen luottamuksen rakentamiseksi. Tämä ajatus vaikuttaa mahdottomalta tässä luvussa esitetyn asian perusteella.

Nonaka ja Takeuchi esittävät mestari-oppipoika -tyyppisen suhteen tärkeänä metodina sosialisointia toteuttamiseksi; hiljainen tieto siirtyy yksilöltä toiselle yhdessä toimimisen kautta. Mielestäni kyseisen tyyppisessä suhteessa ei ole kyse hiljaisen tiedon siirtymisestä, vaan siitä, että oppipoika omaksuu *omaa* hiljaista tietoa täysin itsenäisesti. Olisi mieleetöntä väittää, ettei mestarin ohjauksesta olisi hyötyä, sillä se todennäköisesti tehostaa oppimisprosessia huomattavasti. On kuitenkin yhtä selvää, että ei ole mitään kanavaa hiljaisen tiedon siirtämiseksi mestarin päästä oppipojan päähän. Itse asiassa mestari-oppipoika -suhde osoittaa hiljaisen tiedon sanomattoman luonteen; taito on mahdollista oppia vain käytännön tekemisen kautta.

Polanyi [1966] havainnollistaa samaa asiaa esimerkillä jonkin välineen käytön opettelusta; hiljaista tietoa omaksuttaessa huomio siirtyy välineestä itsestään välineen käytön kohteeseen, ikään kuin väline muuttuisi osaksi käyttäjänsä kehoa. Polanyi korostaakin, että hiljaista tietoa ei voida kehittää *katsomalla*, sillä kyse on *näkemisestä*. Käsittääkseni hän tarkoittaa näkemisellä tässä yhteydessä asian kokemisen kautta saavutettavaa henkilökohtaista ymmärtämistä. Tätä taustaa vasten myös ajatus eksplisiittisen tiedon muuntamisesta hiljaiseksi tiedoksi esimerkiksi dokumentteja lukemalla (sisäistäminen) ei vaikuta kovin uskottavalta. Cookin ja Brownin mukaan hiljaisen tietämyksen johtaminen eksplisiittisestä tietämyksestä on mahdotonta, mutta se voi auttaa hiljaisen tiedon kehittämisessä [Järvinen, 2000].

4.3 Tiedon jakamisesta

Baumard erottaa sen organisatorisen tiedon alueen, jota ei voida artikuloida, kahteen osaan, hiljaiseen tietoon ja implisiittiseen tietoon [Gourlay, 2002]. Hiljaisella tiedolla hän tarkoittaa Polanyin määrittelemää merkitystä käsitteelle. Sen sijaan implisiittisellä tiedolla hän tarkoittaa tietoa, joka pystyttäisiin ilmaisemaan, mutta jota ei haluta ilmaista. Husted ja Michailova [2002] huomauttavat, että tiedon jakaminen on tiedonhallinta-ratkaisuista ja -teknologiasta huolimatta kiinni loppujen lopuksi ihmisistä. Hustedin ja Michailovan mukaan organisaatiot ja yksilöt saattavat suhtautua hyvinkin vihamieleisesti tiedon jakamiseen. He muistuttavat, että päätös jakaa tietoa on henkilökohtainen. Syitä haluttomuuteen jakaa tietoa on heidän mukaansa muun muassa pelko menettää jokin henkilökohtaisen tiedon antama kilpailuetu tai valta-asema, pelko oman tiedon virheellisyydestä tai muiden reaktiosta, oman ajattelun suosiminen, tai muiden ajattelun väheksyminen. Lisäksi tiedon

jakaminen saatetaan nähdä turhauttavana tai aikaa vievänä. Myös Bertelsin ja Savagen [1998] mukaan organisaatiolle on erittäin haasteellista saada luotua avoin ilmapiiri, jossa yksilöt olisivat halukkaita tutkimaan ja jakamaan muiden kanssa omia henkilökohtaisia uskomuksiaan.

Mielestäni voidaankin kysyä, ovatko Nonakan ja Takeuchin teoriassa oletuksena vallitsevat olosuhteet tässä mielessä täysin realistiset. Kuinka helppoa tiedon jakaminen todellisuudessa on? Tämä riippuu käsittääkseni muun muassa kyseisen organisaation kulttuurista ja yksilöiden sitoutumisesta organisaatioon. Sanchezin [1997] mukaan Japanissa, jonka organisaatioiden tiedonluonnin prosesseihin Nonakan ja Takeuchin teoria pääasiassa pohjautuu, henkilöstöllä ei useinkaan ole halua eikä myöskään kovin suuria mahdollisuuksia vaihtaa työpaikkaa. Tilanne ei kuitenkaan ole välttämättä vastaava länsimaisilla työmarkkinoilla. On luonnollisesti selvää, että organisaatioon sitoutumiseen vaikuttavat monet vaihtelevat tekijät. Mielestäni Nonakan ja Takeuchin oletama tilanne tiedon jakamisen ja organisaatioon sitoutumisen suhteen voidaan kuitenkin katsoa olevan liian optimistinen.

5. Johtopäätöksiä

Michael Polanyin tuotanto on tärkein hiljaisen tiedon filosofista taustaa selvittävä lähde. Hänen mukaansa on olemassa tietoa, jota ei voida saada yksilöstä esiin. Lisäksi Polanyin mukaan kaikki tieto perustuu hiljaiseen tietoon. Vaikuttaa perustellulta hyväksyä hänen konstruktivistinen ajatuksensa, jonka mukaan vain yksilö itse voi saavuttaa taitovan tehtävän suorittamiseen tarvittavan tuntuman; yksikään opettaja ei voi tehdä sitä hänen puolestaan. Tsoukaksen [2002] mukaan tie menestykseen on tunnusteltava itse.

Tämä lähestymistapa näyttää lisäksi siinä mielessä merkittävältä, että Vuorensyrjän [2000] mukaan ihmisen ymmärrys vaikuttaa liittyvän paljon kiinteämmin hänen ainutkertaisiin kokemuksiinsa kuin valtaosassa nykytutkimusta otetaan huomioon. Sen sijaan ihmismielen ainutkertaisuutta on totuttu pitämään toissijaisena tekijänä, ikään kuin se olisi ainoastaan yleisten mallien virhevarianssi. Mielestäni kyseessä on myös mahdollisuus ihmisten erilaisuuden laajempaan ymmärtämiseen.

Nonaka ja Takeuchi kunnioittavat Polanyin ajattelumallia, ja heidän teoriansa perustuu pitkälti Polanyin kognitioteoriaan hiljaisesta tietämisestä. He

kuitenkin määrittelevät hiljaisen tiedon toistaiseksi artikuloimattomaksi tiedoksi, mikä on oleellinen ero Polanyin teoriaan verrattuna. Tämä virheellinen oletus mahdollistaa hiljaisen tiedon muuntamisen eksplisiittiseksi tiedoksi heidän teoriassaan. Nonaka ja Takeuchi eivät myöskään näe estettä eksplisiittisen tiedon muuntamiselle hiljaiseksi tiedoksi.

Luvussa neljä esitetyn kritiikin perusteella tiedonmuunnos kumpaankaan suuntaan ei ole mahdollinen Nonakan ja Takeuchin esittämällä tavalla. Myös hiljaisen tiedon siirtyminen sosialisaaion yhteydessä on mielestäni harhaanjohtava ajatus. Käsittääkseni virhe johtuu suureksi osaksi siitä, että hiljainen tieto nähdään liian yksinkertaisesti eksplisiittisen tiedon vastakohtana, vaikka ne näyttävät liittyvän tiiviisti toisiinsa.

Toinen hiljaisen tiedon virheelliseen tulkintaan johtava tekijä on hiljaisen tiedon tiedostamattoman luonteen sivuuttaminen. Polanyin [1962, 1966] mukaan hiljainen tieto on niin sisäistettyä ja itsestään selvää tietäjälleen, että se on tietoisien mielen saavuttamattomissa. Lisäksi on riittämätöntä tarkastella tietoa sinänsä jonkin prosessin tuotteena ottamatta huomioon minkälaisesta prosessista on kyse, ja minkälaisia tekijöitä on vaikuttamassa kyseiseen prosessiin.

Nonakan ja Takeuchin oletamia olosuhteita tiedonmuunnoksen mahdollistamiseksi voidaan pitää liian optimistisina. He mainitsevat viisi kriittistä tekijää, jotka mahdollistavat tiedonluonnin, mutta jättävät liian vähälle huomiolle esimerkiksi sen, mitä vaaditaan onnistuneen kommunikaation saavuttamiseksi. Tiedon jakaminen on todellisuudessa monimutkaisempaa kuin Nonakan ja Takeuchin mallissa.

Nonakan ja Takeuchin teoriaa kohtaan esitetystä kritiikistä huolimatta ei ole mitään syytä aliarvioida heidän ajatteluaan. Teoria on osoittautunut merkittäväksi lähteeksi sitä seuranneessa knowledge management -kirjallisuudessa. Lisäksi se on herättänyt paljon keskustelua hiljaisen tiedon luonteesta. Teoriaa voidaan pitää eräänä tärkeimmistä tiedonhallinnan ihmiskeskeistä lähestymistapaa korostavista teorioista. Juuri tässä seikassa onkin mielestäni teorian suurin arvo; se korostaa ihmisten välistä kommunikaatiota ja vuorovaikutusta toimivan organisaation kriittisenä ehtona. He antavat suuren roolin oppimiselle ja itsensä kehittämislle. Teoria siirtää huomion teknologiakeskeisistä lähestymistavoista organisaation henkilöstöön menestyksen lähteenä. Hildrethin ja Kimblen [2002] mukaan organisaation

aliarvioidessa tiedon hiljaisen ulottuvuuden merkityksen on kysymys datan prosessoinnista, eikä tiedon hallinnasta.

Tosin sanoen, ei ole syytä epäillä Nonakan ja Takeuchin teoriassa esitettyjä toimintatapoja tai sillä tavoiteltavia asioita. Sen sijaan kritiikki kohdistuu tiedon muuntamiseen. Hiljaista tietoa ei ole mahdollista muuntaa eksplisiittiseksi tiedoksi. Vaikuttaa myös, että eksplisiittisen tiedon muuntaminen hiljaiseksi tiedoksi on mahdotonta. On kuitenkin huomattava, että eksplisiittinen tieto voi auttaa hiljaisen tiedon omaksumisessa ja hiljainen tieto eksplisiittisen tiedon omaksumisessa, kuten Cook ja Brown esittävät [Järvinen, 2000].

Kuten alussa todettiin, hiljaisen tiedon käsite on melko ongelmallinen. Sanchezin [1997] mukaan käsite vaatii lisätutkimusta, koska se voidaan ymmärtää kahdella eri tavalla. Ensinnäkin tiedoksi, joka on suhteellisen *hankalasti* artikuloitavissa, ja toisekseen tiedoksi, jota *ei voida* artikuloida. On helppo yhtyä hänen näkemykseensä, sillä esimerkiksi Nonaka ja Takeuchi puhuvat selvästi eri asiasta kuin Polanyi. He käyttävät kuitenkin samaa käsitettä.

Tulevaisuudessa olisi syytä pohtia, minkä tyyppistä tietoa Nonakan ja Takeuchin (virheellisesti) hiljaiseksi tiedoksi määrittelemä *vaikeasti* artikuloitava tieto on. Vaatiiko se ehkä uuden käsitteen kehittämistä väärinymmärrysten välttämiseksi? Vaikuttaa, että kyse on kokemukseräisestä ja melko voimakkaasti kontekstisidonnaisesta tiedosta. Esimerkiksi organisaation työntekijän tapauksessa tällainen tieto saattaisi koskea hyviksi havaittuja toimintatapoja, todellista asiantuntemusta organisaation toimialan tuotteista tai vaikkapa toimiviksi havaittuja tapoja neuvotella sopimuksia.

Mielestäni Polanyi, hiljaisen tiedon käsitteen kehittäjä, on pystynyt osoittamaan tienneensä mistä puhui; on olemassa tietoa, jota ei pystytä tuomaan esiin; me tiedämme enemmän kuin pystymme kertomaan. Vaikuttaa, että muiden muassa Nonaka ja Takeuchi ovat käyttäneet mielenkiintoiselta kuulostavaa käsitettä varomattomasti tuntematta tarkasti sen alkuperäistä merkitystä.

Viiteluettelo

- [Bertels & Savage, 1998] Thomas Bertels and Charles M. Savage, Tough questions on knowledge management. Kirjassa: Georg von Krogh, Johan Roos and Dirk Kleine (toim.), *Knowing in Firms. Understanding, Managing and Measuring Knowledge*. Sage Publications Ltd, London, 1998.
- [Dunderfelt *et al.*, 1993] Tony Dunderfelt, Juhani Laakso, Ritva Peltola ja Jan Vidjeskog, *Psykologia 5. Yksilöllinen Ihminen*. WSOY, Porvoo, 1993.
- [Gourlay, 2002] Stephen Gourlay, Tacit knowledge, tacit knowing or behaving? Proc. of *The Third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities* (Athens, April 2002). Myös: <http://www.alba.edu.gr/OKLC2002/Proceedings/pdf_files/ID269.pdf> (19.2.2005)
- [Hildreth & Kimble, 2002] Paul Hildreth and Chris Kimble, The duality of knowledge. *Information Research* 8, No. 1 (October 2002). Myös: <<http://informationr.net/ir/8-1/paper142.html>> (19.2.2005)
- [Husted & Michailova, 2002] Kenneth Husted and Snejjina Michailova, Diagnosing and fighting knowledge-sharing hostility. *Organizational Dynamics* 31, No. 1 (2002).
- [Järvinen, 2000] Pertti Järvinen, Cook S.D.N. and J.S. Brown (1999), Bridging epistemologies: The generative dance between organizational knowledge and organizational knowing. Tampereen yliopiston tietojenkäsittelytieteiden laitoksen jatkokoulutusseminaariteksti, Tampere, 2000.
- [Kangassalo, 1999] Hannu Kangassalo, Are global understanding, communication, and information management in information systems possible? Julkaisussa: Peter Chen, Jacky Akoka, Hannu Kangassalo and Bernhard Thalheim (toim.), *Lectures in Computer Science 1565. Conceptual Modelling. Current Issues and Future Directions*. Springer, Berlin, 1999.
- [Kaplinski, 1982] Jaan Kaplinski, *Olemisen Avara Hiljaisuus. Esseitä Ihmisestä, Luonnosta ja Runoudesta*. Otava, Helsinki, 1982.
- [Koivunen, 1997] Hannele Koivunen, *Hiljainen Tieto*. Otava, Keuruu, 1997.
- [Nonaka *et al.*, 1998] Ikujiro Nonaka, Katsuhiko Umemoto and Keigo Sasaki, Three tales of knowledge-creating companies. Kirjassa: Georg von

Krogh, Johan Roos and Dirk Kleine (toim.), *Knowing in Firms. Understanding, Managing and Measuring Knowledge*. Sage Publications Ltd, London, 1998.

- [Nonaka & Konno, 1998] Ikujiro Nonaka and Noboru Konno, The concept of "ba": Building a foundation for knowledge creation. *California Management Review* **40**, No. 3 (1998).
- [Nonaka & Takeuchi, 1995] Ikujiro Nonaka and Hirotaka Takeuchi, *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press, New York, 1995.
- [Näätänen *et al.*, 1992] Risto Näätänen, Pekka Niemi, Juhani Laakso ja Ritva Peltola, *Psykologia 3. Tietoa Käsittelevä Ihminen*. WSOY, Porvoo, 1992.
- [Polanyi, 1962] Michael Polanyi, *Personal Knowledge. Towards a Post-critical Philosophy*. Routledge & Kegan Paul, London, 1962.
- [Polanyi, 1966] Michael Polanyi, *The Tacit Dimension*. Routledge & Kegan Paul, London, 1966.
- [Sanchez & Heene, 1997] Ron Sanchez and Amy Heene, A competence perspective on strategic learning and knowledge management. Kirjassa: Ron Sanchez and Amy Heene (toim.), *Strategic Learning and Knowledge Management*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 1997.
- [Spender, 1996] J.-C. Spender, Competitive advantage from tacit knowledge? Kirjassa: Bertrand Moingeon and Amy Edmondson (toim.), *Organizational Learning and Competitive Advantage*. Sage Publications Ltd, London, 1996.
- [Suurla, 2001] Raija Suurla, Helmiä kalastamassa – avauksia tietämyksen hallintaan. HTML-dokumentti. *Teknologisia Arviointeja*, Tulevaisuusvaliokunta, 2001.
<<http://www.eduskunta.fi/fakta/vk/tuv/tuv12.htm>> (17.4.2005)
- [Tsoukas, 2002] Haridimos Tsoukas, Do we really understand tacit knowledge? Proc. of *Knowledge Economy and Society* (London School of Economics, June 2002). Myös:
<<http://is.lse.ac.uk/Events/ESRCseminars/tsoukas.pdf>> (19.2.2005)
- [Vuorensyrjä, 2000] Matti Vuorensyrjä, Miksi älykkään koneen aikakautta ei koskaan tullut? Kirjassa: Matti Vuorensyrjä ja Reijo Savolainen (toim.), *Tieto ja Tietoyhteiskunta*. Gaudeamus, Helsinki, 2000.

Digitalisoitumisen vaikutukset elokuvien jakeluun

Tuomas Vuori

Tiivistelmä.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan digitalisoitumisen mukanaan tuomia vaikutuksia elokuvien teatterilevitykseen sekä tähän käytettävien järjestelmien ominaisuuksia ja vaatimuksia. Taustaa tarkastelulle saadaan tutkimalla koko digitaalisen elokuvan etenemisprosessia ja nykytilannetta. Digitalisoitumisen taloudelliset vaikutukset käsitellään erikseen, samoin kuin järjestelmän ominaisuudet, erityisesti huomioiden turvallisuuskysymykset. Pyritään käytettävissä olevin keinoin vastaamaan kysymyksiin uuden järjestelmän ominaisuuksista ja vaatimuksista, sekä todetaan mahdollisuudet eräisiin yksityiskohtaisempiin vastauksiin nykytilanteessa osin mahdottomiksi käsittelyn kuluessa esiin tulevista syistä.

1. Johdanto

Tutkimuksen aihe, digitalisoitumisen vaikutukset elokuvien jakeluun, on valikoitunut osittain sillä perusteella, että se alkaa olla juuri tällä hetkellä varsin ajankohtainen. Tämä tarkoittaa samalla myös sitä, että varsinaista aikaisempaa tutkimustietoa aiheeseen liittyen ei ole erityisen paljoa tehtynä tai se on monilta osin vanhentunutta, koska tekniikan, järjestelmien, käyttömahdollisuuksien ja muiden olosuhteiden kehittymisen vauhti sanelee kulloisenkin tilanteen, ja vasta nyt aletaan todennäköisesti olla siinä vaiheessa, että voidaan realistisesti ryhtyä puhumaan laajamittaisemmasta ja yhtenäisestä järjestelmästä. Kiinnostuksen kohteena ovat sekä tämän järjestelmän piirteet ja sen vaatimukset ja edellytykset yleisellä tasolla, että koko digitalisoitumisilmiön laajemmat vaikutukset ja sen aiheuttamat muutokset, hyödyt ja haitat.

Tällä hetkellä vilkkaan keskustelun kohteena on kaikenlainen verkkolevitys ja -jakelu. Tällöin puhutaan yleensä yksityishenkilöiden tavoista hankkia esimerkiksi musiikkia tai elokuviakin Internetin välityksellä, sekä siitä, miten oikeuksienhaltijat ja muut asianomaiset tahot saisivat tämän toiminnan järjestettyä niin, että materiaalista suoritettaisiin myös korvaukset, ja että levitys olisi laillista. Omassa tutkimuksessani on kuitenkin kysymys pienemmässä piirissä tapahtuvasta jakelusta, sillä tarkoitus olisi keskittyä nimenomaan elokuvien teatterilevitykseen ja -esityksiin liittyvään jakelujärjestelmään ja sen uudistuksiin, jossa ei siis ns. tavallinen käyttäjä ole osallisena. Vaikka jakelussa

oleva materiaali tuskin onkaan lainkaan samassa, yhtä tiivistetyssä, muodossa kuin esimerkiksi Internetin kautta yksityiselle lataajalle tarkoitetut videotiedostot, on pohjimmiltaan kuitenkin kyse samoista asioista, joten kokonaan näitä asioita ei voi erottaa toisistaan. Ennemmin vertailukohta löytyy kuitenkin ehkä jo kauemmin käytössä olleiden joidenkin erityisalojen sisäisistä järjestelmistä, joissa hyödynnetään tietoverkkoa ja suurta määrää digitaalista dataa, ja tällaisia järjestelmiä ja niiden toimivuutta on tutkittu jo laajemmaltikin.

Digitalisoitumisen yleisiä vaikutuksia puolestaan tutkitaan ja pohditaan tällä hetkellä myös varsin ahkerasti, ja omassa työssäni on siis vahvoja yhtymäkohtia myös tämänsuuntaiseen tutkimukseen. Musiikin, kirjojen, ja elokuvien muuntuminen digitaaliseen muotoon ja monissa tapauksissa esimerkiksi verkon kautta levitettäväksi on kuitenkin tapahtunut melko nopeasti, ja tilanne on tullut varsin yllättäen. Vaikutukset ovat olleet varsin vaihtelevia, ja nyt alkaa olla nähtävillä vasta ensimmäisiä tuloksia, sillä muutos on vielä kesken. Joissakin tapauksissa taas muutos on hitaampaa ja hallitumpaa, ja näissä tapauksissa voidaan ehkä oppia aiemmista virheistä.

Elokuvien jakelussakin kyse on loppujen lopuksi siitä, että filmikelojen kanniskelun sijaan sisältö saatetaankin saada digitaalisena tietoverkkoa pitkin yhtenäisen jakelujärjestelmän avulla varsin helposti hetkessä mihin tahansa maailmassa. Ainakaan tällä hetkellä ei tunnu kuitenkaan todennäköiseltä, että täydellisesti vanhan järjestelmän korvaava mullistava systeemi kovinkaan pian olisi todellisuutta, mihin on moniakin syitä. Jotain on silti tapahtumassa, ja tuon järjestelmän ominaisuudet, vaatimukset ja vaikutukset kiinnostavat tällä hetkellä varsin laajalti, mikä ei välttämättä kuitenkaan tarkoita pelkästään positiivisia puolia. Tutkimus on tietojenkäsittelytieteen alainen, joten tarkoitus ei ole elokuvakulttuurillisesti ottaa kantaa mihinkään suuntaan, vaan objektiivisesti tutkia kehityksen mukanaan tuoman uuden menetelmän mahdollisuuksia ja vaikutuksia. Epäilemättä elokuva-alan tutkimuksissa aihetta on käsitelty myös eri näkökulmista. Monilta osin aihe on siis myös yhteydessä tietoyhteiskunta-ajattelun mukanaan tuomiin tutkimuksiin perinteisten, ns. fyysisten palveluiden ja toimintojen siirtymisestä tietokoneiden ja -verkkojen avulla hoidettaviksi.

Kuten aikaisemmin esitetystä ilmenee, tutkimuskysymys voidaan esittää kaksiosaisena, tai kahtena erillisenä kysymyksenä. Ensimmäinen osa on se, millaisia ovat digitalisoitumisen ja tietoverkkojen mukanaan tuomat uudet elokuvien teatterijakelujärjestelmät. Toinen osa puolestaan on, mitkä ovat näiden uusien järjestelmien vaikutukset ja edellytykset.

Kyseisten järjestelmien kohdalla puhutaan vielä melko pitkälti tulevaisuuden suuntauksista, koska kyse on sen verran uudesta asiasta, etenkin

puhuttaessa oikeasti laajamittaisesta ja yhtenäisestä järjestelmästä. Tähän liittyvä toinen kysymys on se, mitkä ovat ulkoiset vaatimukset ja edellytykset uusille järjestelmille. Kysymys on siis sekä siitä, millaisia järjestelmiä kyseisessä toiminnassa edellytetään, mutta myös siitä, mitä uudenlaiset järjestelmät vaativat perinteiseltä alalta ja miten ne mahdollisesti muokkaavat sitä. Jakelu on vain yksi toiminnan osa-alue, ja digitalisoitumisen eteneminen muilla elokuvatoiminnan alueilla vaikuttaa luonnollisesti myös uusien jakelujärjestelmien tulevaisuuteen.

Jakelujärjestelmien synnyssä ei tietenkään lähdetä tyhjästä, vaan niiden taustalta löytyy yhtäläisyyksiä lukuisiin muihin vastaanvantaapaisiin järjestelmiin. Näitä järjestelmiä ja ominaisuuksia sekä käyttöä ja niiden vaikutuksia tutkimalla voi saada arvokasta tietoa koskien uusia järjestelmiä.

2. Perinteiset mallit ja digitalisoitumisen tila

Digitaaliseen elokuvaan ei liity mitään kertaheitolla tapahtuvaa siirtymistä, jonka jälkeen kaikkialla ja kaikilla osa-alueilla käytettäisiin yhtenäisesti uusia menetelmiä. Kyseessä on hidas, epäyhtenäinen siirtymä- tai muutosprosessi, joka tapahtuu eri vauhdilla ja tavalla eri osa-alueilla, ja siihen vaikuttavat useat eri tekijät. Periaattessahan elokuvien esittämisessä käytetään yhä 1800-luvulta peräisin olevaa tekniikkaa, monin parannuksin toki, eivätkä useat mullistukset ole vuosien aikana juurikaan tilannetta horjuttaneet [Perschon, 2001]. Tästä lähtökohdasta on muutoksen hitaus ymmärrettävää.

Jos elokuvatoiminnassa ajatellaan kolmea päävaihetta: varsinainen tuotanto, levitys ja esitys, niin aluksi voidaan todeta, että elokuvien tuotanto- ja valmistusvaiheessa digitaalisuus on jo varsin arkipäiväinen asia. Digitaaliset erikoistehosteet ja muut muokkaukset ovat olleet käytössä jo pidemmän aikaa, vaikka tietysti kehitystä tapahtuu jatkuvasti. Elokuvien käsittely digitaalisessa muodossa on luonnollisesti paljon helpompaa ja nopeampaa kuin suoraan filmin kanssa toimiminen. Digitaalisen muokkauksen avulla pystytään keinotekoisesti luomaan melkein mitä tahansa, mikä perinteisillä lavastusmenetelmillä olisi joko erittäin kallista ja hankalaa, tai usein kokonaan mahdotonta. Tietyllä tavalla elokuva onkin palaamassa takaisin lähtöpistettään edeltäneeseen aikaan, uudelleen kohti animaatiomaista manuaalista kuvan muokkausta pitkän realistisen, elävän tilanteen kuvauksen, siis kirjaimellisesti *elokuvan*, hallintakauden jälkeen [Manovich, 2000].

Silti tilanne on vielä usein niin, että materiaali saatetaan kuvata perinteiselle filmille, muuttaa käsittelyä varten digitaaliseen muotoon, ja jälleen valmis elokuva esitystä varten takaisin filmille. Jos digitaalisen materiaalin käsittely on paljon helpompaa, nopeampaa ja ennen kaikkea edullisempää, miksei sitten ole

jo siirretty kuvaamaan alunperinkin kaikki materiaali suoraan digitaaliseen muotoon? Vastaus on hyvin pitkään ollut, ja useille tulee vielä pitkään olemaankin se, että aito filmi on laadultaan niin ylivertainen digitaaliseen videoon verrattuna. Digitaalitekniikan kehittyessä tarkkuudet ja kuvan luonnollisuus ovat kehittyneet, mutta ero on kuitenkin ollut aina selvästi nähtävillä, ja aito filmi tulee varmasti vielä pitkään olemaan pyhä asia monille.

Vääjäämättä täysin digitaalinen elokuva kuitenkin on valtaamassa yhä enemmän tilaa, ja viime ajoilta löytyy yhä enemmän esimerkkejä onnistuneista suurenkin luokan töistä ja sellaisilta tekijöiltä, että harva enää pystyy valittamaan kotivideomaisuudesta, eli suunta on selvä. Hiljattain myös esimerkiksi Irlannissa ilmoitettiin, että kaikki maan teatterit päivitetään kerralla digitaaliaikaan. Tässä tutkielmassa keskitytään kuitenkin aikaisemmin mainituista osa-alueista elokuvien levitykseen ja siihen liittyviin tietoteknisiin ratkaisuihin, joissa tietysti edellytyksenä ja oleteuksena on, että kaikki materiaali on digitaalisessa muodossa jakeluvaiheessa. Aiheen rajauksen ulkopuolelle jää siis tuotantovaihe ja itse elokuvien digitaalimuotoon päätyminen yksityiskohdat. Samalla tavoin myös kolmannen osa-alueen, eli elokuvien esityksen yksityiskohdat jäävät käsittelemättä, vaikka niitä toki sivutaan sekä teknisiä ominaisuuksia että taloudellisia tekijöitä käsiteltäessä.

3. Taloudelliset tekijät

Puhuttaessa kaupalliseen elokuvatoimintaan liittyvistä järjestelmistä, täytyy taloudelliset seikat ottaa huomioon. Kyse on suuren luokan liiketoiminnasta, ja viime kädessä usein raha ratkaisee, mikä tietysti saattaa usein olla ikävällä tavalla ristiriidassa kulttuuristen ja taiteellisten arvojen kanssa. Suuriin muutoksiin liittyvät kustannukset ovat niin suuret, että ilman kunnollisia ja toimivia standardeja muutoksiin ei uskalleta lähteä. Standardien löytämistä taas hankaloittaa se, että mukana on monia eri tahoja, joilla on kaikilla omat tavoitteensa, eli tulos on joka tapauksessa tietynlainen kompromissi. Teknologia taas kehittyy joillakin osa-alueilla niin nopeasti, että tiukkojen standardien sopiminen ja yhteen tapaan lukkiutuminen ei välttämättä ole järkevää [Clark and Bruns, 2001].

Tähän asti on noudatettu pääsääntöisesti sellaista periaatetta, että aiemmin mainituista kolmesta osa-alueesta, eli itse elokuvien valmistuksesta, levityksestä ja esityksestä on kustakin vastannut eri taho. Elokuvan valmistuttua jakeluyhtiö tekee sopimuksen elokuvan tuottaneen tahon kanssa, ja esittäjät, eli ensi kädessä elokuvateatterit puolestaan tekevät sopimuksen jakelijan kanssa. Näiden välillä sitten rahaa liikkuu sopimusten ja suosion

mukaan. Viimeisenä ketjussa on katsoja, joka puolestajaan maksaa esittäjälle elokuvan näkemisestä [Tyson, 2000].

Digitalisoitumisen ja uusien jakelukeinojen myötä tähän saattaa olla tulossa suuria muutoksia. Yksi järjestelmän avaintekijöistä on nimittäin ollut juuri se, että elokuvat ovat olleet filmikeloilla, joita täytyy ensinnäkin olla haluttu määrä, ja ne täytyy todella fyysisesti saada siirrettyä sinne, missä elokuvaa halutaan esittää. Jokaisen yksittäisen filmikopion tekeminen maksaa, ja siksi levittäjän täytyykin punnita etukäteen, kuinka monta kopiota elokuvasta lasketaan teattereihin. Tämä perustuu tietenkin pääosin menestysodotuksiin, ja myös markkinoinnin panostuksissa noudatetaan samankaltaista arviointia. Tähän liittyy aina myös se, kuinka monta viikkoa mikäkin elokuva on esitettävänä, ja lopullisen tuloksen ratkaisee sitten todellinen katsojien määrä. Levittäjä joutuu siis jokaiseen elokuvaan sijoittamaan etukäteen rahaa, ja haluaa tietysti vähintäänkin saada omansa pois. Pelkästään kaupallisin periaattein toimivissa uutuuselokuvia esittävässä teattereissa tilanne onkin usein niin, että katsojan maksamasta lipun hinnasta suuri osa menee levittäjälle, ja teatteri joutuu tulonsa tekemään muilla keinoin, kun elokuva ensin saa ihmiset tulemaan paikalle [Tyson, 2000]. Asioita kuitenkin saattaa mutkistaa erilaiset yhtiöiden omistussuhteet, jolloin eri tahot eivät olekaan toisistaan riippumattomia.

Digitaalisen materiaalin jakelun on arveltu mahdollistavan jopa kymmenkertaisen säästön levityskustannuksissa perinteisiin filmeihin verrattuna [Von Sychowski, 2000]. Jo yhteen elokuvaan sisältyvät kulut liittyen filmin käyttöön lasketaan miljoonissa, ja vuositasolla kyse on siis miljardeista dollareista tai euroista [Chang *et al.*, 2003]. Myös Christiana Perschonin [2001] mukaan saatetaan puhua vuosittain noin 5 miljardin dollarin kustannuksista, kun maailmanlajuisesti otetaan huomioon myös kaikki kuljetuksiin ja muuhun käsittelyyn liittyvät kustannukset.

Digitaalisessa jakelujärjestelmässä elokuvat eivät enää ole lainkaan filmikeloilla, vaan ne voidaan siirtää digitaalisessa muodossa tietoverkkojen ja satelliittiyhteyksien kautta haluttuun paikkaan. Kopioita voidaan tehdä lähes ilmaiseksi filmiin verrattuna, juuri niin paljon kuin on tarvetta. Vaikka pitkällä tähtäimellä säästöä syntyykin, ei menetelmän edullisuus perinteiseen jakelutapaan verrattuna ole kuitenkaan itsestäänselvyys ilman laajamittaista ja yhtenäistä järjestelmää. Tällä hetkellä sopivimmalta vaikuttavan siirtoon käytettävän keinon, eli satelliittiyhteyksien hyödyntäminen ei ole erityisen halpaa. Satelliittikäytöstä maksettavien kovien vuosimaksujen johdosta tarvittaisiin useita sitoutuneita käyttäjiä jakamaan kustannukset [Perschon, 2001]. Lisäksi kustannuksissa täytyy ottaa huomioon myös esimerkiksi lähetys- ja vastaanottoyksiköt [Chang *et al.*, 2003].

Digitaaliset kopiot eivät myöskään kulu esitettäessä, toisin kuin filmit. Tämän on arveltu parantavan katsojatytyväisyyttä ja siten mahdollisesti myös tuovan taloudellista hyötyä elokuvien esittäjille. Toisaalta taas tästä saatava hyöty saattaa todellisuudessa jäädä varsin minimaaliseksi, koska selvästi havaittava ja katsojia haittaava kuluminen kestää kuitenkin filmilläkin useita viikkoja, eikä parannus todennäköisesti juurikaan tuo uusia katsojia [Chang *et al.*, 2003].

Esittäjän kannalta uusi järjestelmä tarjoaisi myös muita mahdollisia taloudellisesti hyödyllisiä uusia mahdollisuuksia. Yksi tällainen on nopea esitysten ja aikataulujen säätely. On esimerkiksi mahdollista, että teatteri viime hetkellä päättää loppuunmyydyin näytöksen lisäksi esittää elokuvan myös toisessa salissa, jos katsojia riittää. Samoin olisi mahdollista hyödyntää teatteria aikaisempaa tehokkaammin. Nykyisellään teatterit ovat yleensä avoinna vain pienen osa vuorokaudesta, ja tuonkin ajan täyttöaste on varsin pieni [Perschon, 2001]. Digitaalijärjestelmä tarjoaisi mahdollisuuden esittää helpommin pelkkien elokuvien lisäksi paljon muutakin materiaalia, eli mahdollista suoraa viihdetarjontaa, konsertteja ja urheilua [Clark and Bruns, 2001]. Näin saataisiin lisää väkeä teattereihin, ja lisää käyttömahdollisuuksia. Tämän lisäksi uudistus toisi myös paljon uusia mahdollisuuksia ja helpotuksia mainostukseen, mikä myös tarkoittaisi listätuloja esittäjille. Nykyisellään mainokset ja muut omat lisäykset esityksiin joudutaan hoitamaan melko kankeasti, mutta digitaalisessa järjestelmässä näiden hallinta onnituisi paljon helpommin ja nopeammin. Lisäksi esittäjille tarjoutuisi mahdollisia säästöjä myös henkilökuntapuolella, kun uudella järjestelmällä pystyttäisiin hallitsemaan suuria kokonaisuuksia yhden keskuksen kautta. Perschonin [2001] mukaan suunta onkin kohti sellaista tilannetta, että lopulta työntekijöitä ei teattereissa tarvittaisi juuri lainkaan, paitsi ehkä myymään virvokkeita.

Levittäjien toiminta ja asema siis olisi mullistumassa digitalisoitumisen myötä varsin perusteellisesti. Edellä esitettyjen filmin käytöstä aiheutuvien kustannusten poistuminen tietäisi säästöjä juuri levittäjille, ja kalliit laitteistouudistukset, eli lähinnä digitaaliprojektorit, taas lankeaisivat teatterien maksettaviksi. Tältä pohjalta voisi luulla, että nämä yhtiöt olisivat innokkaasti ajamassa uudistusta. Levitystoimintaan kuuluu varsinaisen fyysisen jakelun lisäksi paljon muutakin, tärkeimpänä markkinointi. Tuotanto- ja markkinointikustannusten jatkuvasti kasvettua yritykset etsivät kaikkia mahdollisia säästökohteita [Zhu, 2001], joten tämänkin perusteella innostuksen säästöjä tuovan järjestelmän nopeaan käyttöönottoon ja yleistymiseen luulisi olevan varsin suurta. Kuten kuitenkin on käynyt ilmi, kokonaisuudessa on monta eri toimijaa turvaamassa omia etujaan, ja koko järjestelmän

mullistaminen vaatii hyväksynnän ja yhteistoimintaa näiltä kaikilta. Kaikki yhtiöt haluavat turvata oman asemansa jatkossakin, ja siitä saattaakin löytyä yksi selitys sille Gavin Smithinkin [2005] esittämälle ihmettelylle, miksi tältä osin uudistus tuntuu etenevän niin hitaasti vuosia kestäneistä mullistuslupauksista huolimatta. Normaalien liiketoiminnan lakien mukaan yritykset pyrkivät tekemään mahdollisimman paljon voittoa mahdollisimman pienin kustannuksin, välttämättä turhia riskejä. Toistaiseksi riskit on usein katsottu vielä turhan suuriksi.

Uudet toimintatavat jakelujärjestelmissä muokkaavat muutenkin siihen liittyvien toimijoiden ketjua. Joitakin välitoimijoita ketjussa ei välttämättä tarvita enää ollenkaan, ja on mahdollista että studioiden asema tätä kautta heikkenee. Tarpeettomien, kuten esimerkiksi fyysisistä kuljetuksista vastaavien tahojen tilalle tarvitaan uudesta tekniikasta ja järjestelmän toimivuudesta vastaavia toimijoita. Syntyy myös tarvetta täysin uusille tahoille, kuten uudenlaisen digitaalisen sisällön tuottajille [Zhu, 2001]. Joidenkin perinteisten toimijoiden saattaa pian olla välttämätöntä muuttaa toimintatapojaan täydellisesti, jos ne haluavat vielä tulevaisuudessa olla mukana toiminnassa. Kun pian elokuvat kotikatseluun ladataan Internetistä, perinteiset videovuokraamot ennen pitkää katoavat, elleivät ne pysty muuttamaan kehityksen mukana ja hyödyntämään mahdollisuuksiaan ja osaamistaan uudessa ympäristössä. Vastaava tilanne on teatterilevityksen kohdalla edessä filmin käsittelyyn liittyvillä toimijoilla, joiden tehtävät joko katoavat tai tulevat muuttamaan radikaalisti [Zhu, 2001].

Kysymys koko prosessissa on ennen kaikkea siitä, kuka muutoksesta hyötyy eniten, kuka maksaa kustannukset ja kuka kontrolloi tätä prosessia [Perschon, 2001]. Suurimmat kustannukset siis koituvat laiteuudistuksista, eli maksajiksi joutuisivat esittävät tahot, kun taas suurimpia hyötyjiä nykyisistä toimijoista olisivat filmikuluista eroon pääsevät levittäjät. Teattereilla ei ole mennyt taloudellisesti erityisen hyvin, ja lisäksi ne ovat yleisesti uusineet kalustonsa vasta vähän aikaa sitten, joten ne eivät ole innokkaita tekemään suuria epävarmoja sijoituksia, joiden tuottavuudesta heille itselleen ei ole takuita [Chang *et al.*, 2003]. Onkin esitetty erilaisia malleja, jossa studiot ja muutkin tahot yhteisesti osallistuisivat kustannuksiin, mutta toisaalta nekään eivät ole kovin innokkaasti lähdössä rahoittamaan toisten liiketoimintaa, ja lisäksi päästäisiin pian taas entistä enemmän siihen totuuteen, että se joka maksaa, sanelee myös sisällön.

Olisikin täten tärkeää saada jonkinlaista varmuutta ja sopimuksia standardeista, että uskallettaisiin tehdä laitehankintoja ja muita sijoituksia. Lisäksi tarvittaisiin jonkinlainen oikeudenmukainen järjestelmä kustannusten

jakamiseen. Laitevalmistajista ja digitaalisten palvelujen tarjoajista ainakin Techicolor, Boeing ja Kodak ovat olleet tarjoamassa erilaisia malleja, jossa ne toimittaisivat järjestelmät tiettyjä prosenttiosuuksia vastaan [Cohen, 2002]. Jos standardeista päästäisiin lopulliseen yksimielisyyteen, voisivat laitevalmistajatkin turvallisemmin panostaa tiettyjen ratkaisujen kehittämiseen [Clark and Bruns, 2001].

4. Jakelujärjestelmän ominaisuudet

Muiden jakelujärjestelmän ominaisuuksien ohella erityisen tärkeässä asemassa ovat turvallisuuteen liittyvät tekijät, joten ne käsitellään omassa kohdassaan.

4.1 Yleiset ominaisuudet

Yhdeksi ratkaisevaksi tekijäksi ja viimeisiksi suuriksi kysymyksiksi koko digitaalisen elokuvan suhteen on noussut sopivien standardien puuttuminen, ja niiden löytämisen vaikeus. Kuten Clark ja Bruns [2001] esittävät, yhden ehdottoman ja lopullisen standardin sijaan helpompaa onkin, jos järjestelmä koostuu selkeistä erillisistä yksiköistä, jolloin saadaan joustavuutta parannettua huomattavasti. Eri alueiden kohdalla teknologia saattaa kehittyä todella erilaisilla nopeuksilla, ja jos järjestelmä on sellainen, että siitä on helppo vaihtaa yksi osa uuteen vaikuttamatta suuresti muuhun järjestelmään, on ymmärrettävää, että tämä myös alentaa kynnystä ottaa järjestelmä käyttöön ja tehdä sijoituksia. Tämä modulaarisuuden vaatimus koskee sekä järjestelmän tekniikka- että ohjelmistopuolta.

Tärkeä ominaisuus digitaaliseen elokuvaan ja jakelujärjestelmään liittyen on materiaalin pakkaus tiivimpään muotoon. Digitaalisessa muodossa olevien elokuvien siirtoon ja varastointiin vaikuttaa suoraan materiaalin koko, mikä korkean resoluution ja äänen kanssa nousee elokuvaa kohti varsin suureksi. Siirto- ja tallenuskapasiteetit kehittyvät jatkuvasti, mutta jos myös materiaalin tarkkuus ja muut ominaisuudet paranevat, kasvaa kokokin. Siksi tarvitaan luotettavia pakkausmenetelmiä, joissa käytetään tarkoitukseen sopivia algoritmeja. Pakkausmenetelmässäkkin tulisi löytää sopiva standardi, joka takaa myös laadun säilymisen sekä noudattaa samaa joustavuutta kokonaisjärjestelmän kanssa tulevaisuuden kehityksen varalle ja yhteensopivuuden takaamiseksi. Mahdollisina pakkausmenetelmiä ovat olleet pidemmän aikaa esillä ainakin MPEG 2-, Wavelet- ja DCT-pohjaiset ratkaisut [Perschon, 2001], mutta selvää siis on, että yhtä lopullista valintaa ei kannata tai voi tehdä, vaan jatkuva kehitys ja muuttuvat laatuvaatimukset on otettava huomioon [Clark and Bruns, 2001].

Ennen varsinaiseen jakelujärjestelmään siirtymistään elokuvan lopullinen versio muutetaan tiivistettyyn ja salattuun muotoon, jollaisena sitä sitten siirretään paikasta toiseen. Siirretty data pitää pystyä varastoimaan ja välittämään sisäisessä järjestelmässä edelleen esitettäväksi, mitä varten suoritetaan tarvittavat purkutoimenpiteet. Saapuvan datan siirtoon käytettäviä menetelmiä ovat siis joko fyysiset mediat, kuten DVD-levyt, satelliittiyhteydet tai IP-tekniikkaa hyödyntävät normaalit verkkoratkaisut. Järjestelmän muun toteutuksen kannalta näissä ei ole suurta eroa. Haittapuoliakin löytyy kaikista: levyissä on filmikeloja muistuttava fyysisen kuljetuksen tarve ja mahdolliset hitaat ja hankalat lataus- ja siirtoajat, satelliittien käyttö taas on kallista ja vaatii sitoutumista, minkä lisäksi ne saattavat sisältää turvallisuusriskejä, samoin kuin normaalit verkkoratkaisut, jotka ovat myös kapasiteetiltaan riittämättömiä [Chang *et al.*, 2003].

Jo nykyisissä teatterijärjestelmissä on erilaisia esitykseen liittyviä automaatiotoimintoja esimerkiksi valojen ja verhojen käytössä. Kokonaan digitaalisessa järjestelmässä näitä on helppo kehittää entisestään. Lisäksi samassa järjestelmässä voivat olla yhdistettynä kaikki muutkin toiminnot, kuten esimerkiksi lipunmyynnin hallinta. Modulaarinen, eri osista koostuva järjestelmä mahdollistaa laajentamisen myöhemminkin tarpeen kasvaessa. Perinteisten tehtävien sijaan henkilökuntaan tarvitaan enemmän ihmisiä, jotka pystyvät hallitsemaan tätä järjestelmää, ja myös alan erityisasiantuntijoiden palveluksia. Alkuvaiheen järjestelmät ovat enemmänkin luonteeltaan sellaisia, joissa on perusasiat saatettu kuntoon, joten kehittämismahdollisuuksia tulee riittämään pitkään. Vielä tässä vaiheessa yhtenäisten standardien ja varmojen näkymien puuttuessa yksityiskohtien suunnitteluun ei paljoakaan ole panostettu.

Järjestelmän sisäisellä tasolla elokuvan tultua perille käytetyn siirtomenetelmän avulla, täytyy se varastoida ja siirtää esitettäväksi projektorilla. Vasta tässä vaiheessa tapahtuu siis myös materiaalin purkaminen ja dekrytaus esittämistä varten. Nykyisissä järjestelmissä käytetään kahta erilaista ratkaisua, joista ensimmäisessä varastointi ja esitys kuuluvat samaan esitysyksikköön, mutta toisessa on keskitetty varasto, josta materiaali siirretään tarvittaessa halutulle esitysyksikölle. Jälkimmäinen ratkaisu on nopeampi ja kätevämmän hallittavissa [Karagosian, 2004].

4.2 Turvallisuus ja salaus

Erittäin merkittävä digitaaliseen jakeluun vaikuttava tekijä on materiaalin salaus. Piratismi on ajankohtainen aihe, ja on Internetin yleistymisen, sen kautta toimivien tiedostonvaihtojärjestelmien ja digitaalisten mediaformaattien myötä noussut vahvasti esiin ja pakottanut yhtiöt miettimään uudenlaisia

toimintamalleja. Laittomat kopiot ovat nykyiselläänkin ongelma, ja jos filmikelat korvataan tietoverkkoja pitkin siirrettävillä videotiedostoilla, on ymmärrettävää, että turvallisuus ja salausrjestelmät ovat yksi kriittinen tekijä liittyen digitaalisen järjestelmän lopulliseen läpimurtoon [Karagosian, 2005]. Vaikka siirtojärjestelmät eivät julkisen Internetin kautta toimitukseen, sinne kuitenkin varsin pian päätyisivät levitykseen väärin käsiin joutuneesta materiaalista otetut kopiot. Toisaalta, jos salausrjestelmistä saadaan tarpeeksi luotettavia, saattaa tilanne jopa parantua nykyisestä, koska salaus saataisiin mukaan elokuvaan kiinteästi alusta asti. Nykyään valmis elokuva kulkee salaamattomana monen välikäden kautta eri vaiheissa, jolloin yksikin vuoto aiheuttaa nopean leviämisen [Byers *et al.*, 2003]. Jos salaus olisi mukana alusta lähtien, tällaiset tapaukset vähenisivät. Lisäksi täytyy ottaa huomioon, että digitaalinen siirto mahdollistaa nopeamman ja joustavamman julkaisuaikataulun eri puolilla maailmaa, kun filmikopioiden valmistukselta ja kuljetukselta vältytään, mikä osaltaan vähentää tarvetta laittomille kopioille [Perschon, 2001].

Salausrjestelmän turvallisuudessa on lähdetty siitä, että salaus saataisiin mukaan materiaaliin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, ja se puolestaan purettaisiin mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa, mieluiten vasta elokuvaa esitettäessä projektoritasolla [Perschon, 2001]. Tällä hetkellä salausalgoritmeista yleisimmin käytössä on AES-128 [White, 2005]. Salauksen lisäksi materiaaliin on mahdollista upottaa myös mahdollisia rajoituksia esimerkiksi materiaalin käyttöajan ja -ympäristön suhteen, yleensä käyttäen DRM-tekniikkaa (*Digital Rights Management*) [White, 2005]. Parhailaan on yleistymässä myös elokuvien Internetin kautta tapahtuva jakelu, eräänlaiset virtuaalivuokraamot, jossa asiakas lataa elokuvan omalle tietokoneelleen, ja saa siihen esimerkiksi käyttöoikeuden tietyn ajaksi elokuvan katsomista varten [Zhu, 2001]. Vastaavaa tekniikkaa pystytään hyödyntämään myös teatteriesitykseen tarkoitettujen filmikopioiden kohdalla, koska digitaalimuotoiseen elokuvaan saadaan mukaan haluttuja rajoitteita, joita hallitaan käyttäjän purkuavaimen avulla. Lisäksi jokainen kopio pystytään yksilöimään siihen upotettavien tunnistetietojen avulla, jolloin ainakin laitton kopion lähde pystytään helpommin jäljittämään. Salausrjestelmän kanssa on aina myös se ristiriita, että vaikka tietty avoimuus on ehdoton edellytys, eivät järjestelmän toteuttajat halua kovinkaan paljoa käytetyistä menetelmistä paljastaa estääksensä sen nopean murtamisen.

Salauksen tuloksena on se, että järjestelmään tulee kokonaan uutena osana mukana salausavainten käsittely ja niihin liittyvät turvallisuustekijät, mikä on aivan uutta alalla [Karagosian, 2005]. Jos käytetään julkisen avaimen

järjestelmää, jossa tarvitaan aina kaksi erillistä avainta, pystytään saavuttamaan melko korkea turvallisuustaso, mutta avainten hallinnassa on omat hankaluutensa. Ongelmia voi aiheuttaa esimerkiksi tilanne, jossa nopealla aikataululla joudutaan korvaamaan rikkoutunut laite toisella, ja käytössä olevat avaimet ovat liittyneet nimenomaan tiettyyn laitteeseen [Karagosian, 2005]. Samoin ongelmia voi tuottaa se, että esittäjät voivat saada materiaalilta useilta eri levittäjiltä, ja avainten ja sertifikaattien jatkuva päivittäminen useaan paikkaan voi muodostua liian hankalaksi, puhumattakaan siitä, että levittäjät saisivat valtavat määrät päivityslistoja jatkuvasti kaikilta esittäjiltä. Siksi onkin pohdittu jonkinlaista keskitettyä ratkaisua tai erillistä toimijaa huolehtimaan avainten hallinnasta.

Tietysti digitaalisen materiaalinkin voi filmikelojen tapaan toimittaa perille myös fyysisesti tallennettuna DVD-muotoon, jolloin siirtovaiheeseen liittyvät riskit pienentyvät. Huomiota on kiinnitettävä myös turvallisuuteen tässä fyysisessä ympäristössä, eli tietoturvaan kuuluu myös henkilökunnan käyttöoikeuksien valvonta, tarvittava ohjeistus, turvallisuudesta huolehtiminen laitetasolla ja verkkoyhteyksien tasolla kaikissa materiaalia käsittelevissä tietokoneissa [Byers *et al.*, 2003].

Joka tapauksessa turvallisuuskysymykset ovat juuri siksi kriittisiä, että niitä ei voi ajatella hoidettavaksi asteittain, aloittaen välttävästi hoidetulta tasolta, vaan kaiken on toimittava alusta alkaen täydellisesti, ja menetelmät pitää olla valmiina ennen ryhtymistä mihinkään muuhun [Karagosian, 2005]. Tämä osuus myös määrittelee hyvin pitkälti muiden uuden järjestelmän alueiden onnistumisen tai epäonnistumisen.

5 Yhteenveto ja arviointi

Tarkoitus oli pystyä yksityiskohtaisemmin tarkastelemaan digitaaliseen elokuvaan liittyvän jakelujärjestelmän ominaisuuksia tietojenkäsittelyn ja siihen liittyvien ohjelmallisten ratkaisujen kannalta. Saatavilla olevan lähdemateriaalin perusteella tuli kuitenkin selväksi, että asian edistymistahdista ja samalla muuttuvasta ja epävarmasta tilanteesta johtuen tällaisen tarkastelun tekeminen on vielä vaikeaa.

Sopivien standardien löytämisessä on ollut vaikeuksia, tekniikassa on puutteita, toisaalta taas joiltain osin tekniikka kehittyi turhankin nopeasti, liiketoimintaan ja markkinoiden rakenteeseen liittyvät suuret muutokset pelottavat, riskejä halutaan vältellä, ja muutoksesta hyötyjien ja maksajien suhde on epätasapainossa. Nämä ovat eräitä syitä sille, miksi koko prosessi on viivästynyt. Kun niihin on ensin löydetty tyydyttävät ratkaisut, päästään vasta seuraavaan vaiheeseen, jossa voidaan tarkemmin miettiä järjestelmän

yksityiskohtien kehittämistä, kun perusta on ensin saatu kuntoon. Jos ratkaisuja joiltakin osin onkin löydetty, niin muuttuvan tilanteen takia on ymmärrettävää, että paljoakaan monipuolista tietoa ja materiaalia laajempaa tutkimista varten ei ole ehditty julkaista.

Taloudelliselta kannalta uudistus tuo täysimääräisenä toteutuessaan suuria muutoksia, ja monet toimijat joutuvat määrittelemään toimintansa uudelleen. Tässä on havaittavissa yhteyksiä muuhunkin yleiseen suuntaukseen, jossa tietotekniikan avulla korvataan ja uudistetaan perinteisiä palveluja. Samalla IT-alan yhteydet muihin aloihin kasvavat, ja niitä on itse asiassa yhä vaikeampi erotella toisistaan, kun uusi teknologia ja siihen liittyvät ratkaisut ovat läsnä kaikkialla ja yhä arkisemmissä asioissa. Tämä tarkoittaa myös, että tarvitaan osaajia hallitsemaan näitä uusia ratkaisuja, ja ihmisten toimenkuvat muuttuvat.

Tässäkin tapauksessa on havaittu, että äkkiä tietoturva onkin noussut yhdeksi avainkysymykseksi elokuvien levityksessä, ja siihen liittyvää tietoa ja osaamista ei alalla juurikaan entuudestaan ole. Tällaisia tilanteita syntyy kun siirrytään uusille aloille ja yhdistetään perinteisiä ja uusia toimintatapoja ja järjestelmiä. Myös alkuvaikeudet ovat siksi ymmärrettäviä.

Samaan aikaan tapahtuu kuitenkin muillakin alueilla, ja yhdistämällä mahdollisia tavoitteita ja saavutuksia voidaan selvittää helpommalla ja samalla saavuttaa yhä laajemmin keskenään yhteensopiva ja joustava erillisten järjestelmien verkosto. Elokuvien teatterijakelun yhteydessä tällaisia yhteistoiminnan alueita voivat olla esimerkiksi samaan aikaan voimakkaasti kehittyvät Internetin kautta toimivat latauspalvelut ja VoD-järjestelmät (*Video-on-Demand*) sekä HDTV-ratkaisut. Esimerkiksi käytettyjen pakkausalgoritmien, siirtotekniikoiden ja salausratkaisujen kohdalla on varmasti paljon yhteisiä tekijöitä.

Digitaalinen elokuva ja siihen liittyvät järjestelmät ovat siis tulossa, hitaasti mutta varmasti. Tilanteen rauhallisuuden ymmärtää, sillä perinteisessä tavassa toimia ei ole sinänsä edelleenkään mitään vikaa, ja sen kanssa tultu käytännössä toimeen yli sata vuotta. Ehkä siis onkin hyvä, ettei uudistusten kanssa hätäillä. Kyse on lisäksi alan sisäisistä ratkaisuista, eikä mitään ulkopuolisia paineita esimerkiksi yhteiskunnan tasolta toteutukselle juurikaan ole, joten järjestelmiä pystytään rauhassa kehittämään.

Viiteluettelo

- [Byers *et al.*, 2003] Simon Byers, Lorrie Cranor, Eric Cronin, Dave Kormann, and Patrick McDaniel, Analysis of Security Vulnerabilities in the Movie Production and Distribution Process. In: *Proceedings of the 2003 ACM Workshop on Digital Rights Management*, Oct. 27, 2003, Washington, DC.
- [Chang *et al.*, 2003] Jon Chang, Kai-Wei Chang, Jason Chu, Yunchong Lee, and Yan Zhao, Technology-Induced Change in Film/Television Distribution. UCLA Anderson School of Management, Center for Management in the Information Economy, Business and Information Technologies (BIT) project, June 2003.
- [Clark and Bruns, 2001] James Clark and Michael Bruns, Practical Digital Cinema Distribution In An Evolving Technology Environment. Grass Valley Group, 2001.
- [Cohen, 2002] Steven B. Cohen, Digital Distribution. *The Editors Guild Magazine* **23**, 4 (July/August 2002). Also available as http://www.editorsguild.com/newsletter/JulAug02/digital_distribution.html.
- [Karagosian, 2004] Michael Karagosian, Interoperability in Digital Cinema. *INS Asia Magazine*, March 2004. Also available as http://www.kmpartners.org/papers/insasia/interoperability_in_dc.shtml.
- [Karagosian, 2005] Michael Karagosian, Digital Cinema Security Poses New Challenges. *INS Asia Magazine*, February 2005. Also available as <http://kmpartners.org/papers/insasia/security.shtml>.
- [Manovich, 2000] Lev Manovich, Mitä on digitaalinen elokuva?. Teoksessa Aki Järvinen ja Ilkka Mäyrä (toim.), *Johdatus digitaaliseen kulttuuriin*. Vastapaino, 2. painos, 2000, 205-225.
- [Perschon, 2001] Christiana Perschon, Digital Cinema - The new challenge for the Movie Industry. *Digital Cinema Report* (June 2001). Available as http://members.aon.at/kjlpersch/christiana/D-Cinema_Report.pdf.
- [Smith, 2005] Gavin Smith, The D-Word. *Film Comment* **41**, 1 (Jan/Feb 2005), 4.
- [Tyson, 2000] Jeff Tyson, How Movie Distribution Works, HowStuffWorks, 2000. <http://stuffo.howstuffworks.com/movie-distribution.htm>.
- [Von Sychowski, 2000] Patrick Von Sychowski, Electronic Cinema: the Big Screen Goes Digital. *Screen Digest*, 2000.
- [White, 2005] Kathy White, Security and Digital Cinema: The Last Big Question. *Publish*, May 13, 2005. <http://www.publish.com/article2/0,1759,1815710,00.asp>.
- [Zhu, 2001] Kevin Zhu, Internet-based Distribution of Digital Videos: The Economic Impacts of Digitization on the Motion Picture Industry. *Electronic Markets* **11**, 4 (2001), 273-280.