

8. Tulevaisuudennäkymiä

Yrjö Lappalainen
Ismo Rakkolainen
Timo Korkalainen
Jussi Okkonen
Tuomas Mäkilä
Juho Pääskylä
Tuija Lehtonen
Minna Lakkala

Hankkeessa toteutettuun oppimisympäristöön on käytetty niitä työkaluja ja laitteita, jotka toteutushetkellä olivat helposti ja edullisesti saatavilla. Teknologia kuitenkin kehittyy nopeasti, ja täysin uudenlaiset ja jännittävät mahdollisuudet alkavat yleistyä aivan lähitulevaisuudessa. Tämä on seurausta muun muassa prosessoinnin, muistin ja tietoliikenneopeuksien jatkuvasta ja ripeästä kasvusta ja toisaalta uudenlaisista sensoreista, laitteista ja muista teknologioista. Aiemmin ihmisen on täytynyt ymmärtää tietokoneen toimintaa. Tulevaisuudessa tietokone ymmärtää ihmisen toimintaa, eikä tietokoneiden käyttö ole sen vaikeampaa kuin ihmisten kanssa asiointi tai muu arkielämä (jotka nekin tosin voivat joskus olla vaikeita).

Tärkeimpiä mullistuksia ovat virtuaali- ja lisätty todellisuus, ja niiden käyttämät näyttösilmit, elekäyttöliittymät, puheentunnistus, puhesynteesi sekä tekoäly, joka mahdollistaa esimerkiksi luontevat keskustelut synteettisen ihmishahmon kanssa. Myös taustateknologiat, kuten alustariippumattomuus, analytiikka, automaattinen kielen kääntäminen sekä suurten tietomäärien käsittely (big data) tukevat kehitystä.

Luvussa 3 on esitelty avoimien virtuaaliympäristöjen opetuskäytön mahdollisuuksia yleisesti, luvussa 4 pelien ja pelillisyyden mahdollisuuksia, luvussa 7 virtuaalimaailmojen sekä -pelien käyttömahdollisuuksia opetuksessa ja muissa luvuissa on taustaa laajemmin. Tässä luvussa tarkastelemme kehittyvän teknologian tarjoamia uusia mahdollisuuksia kielenopetuksen kannalta.

Kommentti

Mari Carmen Gil Ortega, University of the West of England

The future is very promising as there is a generation of kids growing very familiar with these technologies. In addition, the technologies are improving day by day providing us with a better experience every time. New sensors and oculus rift will provide a higher sense of immersion so important for engagement.

Virtuaalitodellisuus ja virtuaalisilmikot

Virtuaalitodellisuus (virtual reality, VR) on täysin keinotekoinen ympäristö, joka visuaalisesti (ja muilla aisteilla) peittää alleen arkitodellisuuden. Se pyrkii harhauttamaan katsojan aisteja ja yrittää uskotella tämän olevan virtuaalimaailman sisällä. VR voidaan toteuttaa hyvin monentyyppisillä laitteistoilla ja monentasoisena. Virtuaaliympäristöjen katselu tietokoneen näytöltä voi olla itsessään mukaansatempaava kokemus, mutta samaan ympäristöön "sukeltaminen" erityisten näyttölaitteiden avulla voi viedä kokemuksen aivan uudelle tasolle. Eri-laiset immersiiiset virtuaalilasit tai näyttösilmit eivät ole uusi keksintö, sillä ensimmäinen näyttösilmi-ko rakennettiin jo vuonna 1968 ja ensimmäinen mediabuumi nähtiin 1990-luvun alussa. Tuolloin tekniikka ei kuitenkaan ollut vielä riittävän valmista kuluttajakäyttöön, ja laitteet maksoivat jopa miljoonia dollareita. Kuva 9 esittelee joitakin immersii- sisen virtuaalito- dellisuuden katselulaitteita.



Kuva 9. Sutherlandin virtuaalisilmikko (1968), Goggle Tech C-1 lasit + älypuhelin, Oculus Rift -virtuaalisilmikko, CAVE-virtuaalihuone sekä tulevaisuuden eskapistinen virtuaaliaddikti.

VR-tekniikka on kehittynyt viime vuosien aikana huimasti, ja aihe on noussut uudelleen mielenkiinnon kohteeksi etenkin Oculus Rift -virtuaalisilmikon myötä. Facebook osti Oculus VR -yrityksen vuonna 2014 noin kahdella miljardilla dollarilla. Myös muut suuret teknologia-yritykset (esim. Google, Sony, Microsoft ja Samsung) kehittävät omia VR-laitteitaan. Lisäksi markkinoille on tulossa myös tavallisiin älypuhelimisiin liitettäviä näyttösilmiä. Erilaisista silmikoista ja niiden kanssa käytettävistä lisälaitteista on selvästikin tulossa normaalia kuluttajaelektronikkaa. Niitä voidaan käyttää AR- ja VR-sovelluksiin (AR eli lisätty todellisuus, ks. seuraava alaluku) sekä myös 360°-videoon. Silmikit voivat olla läpinäkymättömiä (parempi VR:ään) tai läpinäkyviä (parempi AR:ään). Myös läpinäkymättömiä voidaan käyttää AR:ään, jos siihen yhdistetään silmikossa olevan videokameran kuva.

Lisätty todellisuus (AR)

Lisätty todellisuus (augmented reality, AR) on virtuaalisten kohteiden esittämistä sekoittuneena reaali maailmaan. Lisätyssä todellisuudessa heijastetaan kuvia tai 3D-sisältöä käyttäjän silmien eteen tai projisoidaan ne ympäristöön tai esineisiin. Lisättyä todellisuutta voidaan toteuttaa useilla eri alustoilla ja laitteilla. Yksinkertaisimmillaan se on synteettisten ja todellisten esineiden yhdistämistä tablettilaitteen ruudulla. Esimerkiksi museossa voidaan rikkinäisen esineen tilalla näyttää kuvitelmaa ehjistä esineistä. Monimutkaisimmillaan voidaan piirtää virtuaalihahmoja laitteen läpi ja esittää seikkailuja tai elämyksiä, jotka pohjaavat tiukasti paikkaan ja aikaan. Erilaisia lisätyn todellisuuden laseja on jo markkinoilla ja lisää on kehitteillä. Muun muassa Magic Leap valmistelee laitetta, joka heijastaa suoraan silmään valokenttiä, joilla voidaan muodostaa kolmiulotteisia kuvia.

Täsmällinen paikannus ja kohdennus on yleensä tärkeä AR:n ominaisuus. Lisätyn todellisuuden esittämiseksi löytyy useita keinoja, joilla sisältö saadaan näkymään oikealla paikalla. Ensimmäisen sukupolven ratkaisut ovat kohdemerkit. Nämä ovat erinäköisiä graafisia merk-

kejä, joiden perusteella laitteen kamera tulkitsee lisätyn sisällön sijainnin. Mitä useampia kohdemerkkejä on käytössä, sitä tarkempi paikannus on mahdollista. Kuvassa 10 on tästä esimerkkinä IARP-sovellus (Immersive Augmented Reality Platform), jossa sisällön sijainti määritellään kohdemerkkien perusteella.



Kuva 10: IARP-sovellus ja sen kohdemerkki. (Technology Research Center, 2015.)

Seuraavan sukupolven ratkaisut pohjautuvat pistepilveen. Tässä kohdemerkittömässä menetelmässä otetaan kuvasarja sisällön halutusta sijaintipaikasta. Tästä luodaan kolmiulotteinen kiintopisteiden pilvi, johon laite vertaa kuvia. Näin se voi kohdistaa sisällön oikeaan paikkaan ympäristön yksityiskohtien perusteella. Uudesta sukupolvesta esimerkkinä on Luostarinmäki-sovellus (kuva 11), lisätyn todellisuuden seikkailu, jossa tutustutaan arkielämään 1850-luvun Turussa, nykyisessä Luostarinmäen käsityöläismuseossa.



Kuva 11. Luostarinmäki-sovellus¹. (Technology Research Center – Futuristic History -hanke, 2014.)

¹ Lisätietoja Luostarinmäki-sovelluksesta: <http://trc.utu.fi/ar/project/luostarinmaki-adventure/>

360°-videoteknologia

Yksi kiinnostava kehityssuunta on immerstiivinen 360°-videoteknologia, jossa käytetään joka suuntaan otettuja kuvia tai videoita todellisuudesta pohjana immerstiivisille ympäristöille tai jopa reaaliaikaiselle etäläsnaölolle. Teknologian avulla voidaan katsella tallennettua tai reaaliaikaista kuvaa tai videota, jolloin silmikkonäytön avulla katsottaessa näyttää siltä, kuin olisi itse paikan päällä. Tavoite on siis sama kuin VR:ssä ja AR:ssä, mutta teknologia on erilainen, ja täysin fotorealistinen. Perusmuodossaan täysin valokuvapohjaiset visualisointitekniikat ovat kaksiulotteisia, jolloin ympäristöissä ei voi liikkua vapaasti kolmiulotteisessa tilassa. Virtuaaliympäristöt puolestaan pohjautuvat 3D-malleihin, jolloin vapaa liikkuminen on mahdollista. Uusi suuntaus virtuaalilojen luomisessa on näiden menetelmien yhdistäminen luomalla vapaan liikkumisen mahdollistava 3D-malli automaattisesti suuresta määrästä oikeasta tilasta otettuja valokuvia. Etenkin 360-asteen videokameroiden leviäminen markkinoille tulee tekemään tällaisesta menetelmästä houkuttelevan vaihtoehdon sisällöntuotantoon, koska siinä yhdistyvät niin helppo tuotantoprosessi kuin luonnollisen näköinen lopputulos.

Tekniikka on kehittynyt nopeasti. Kuvauksiin tarvitaan erikoiskameroita, joissa usein käytetään esimerkiksi kuutta eri suuntaan osoittavaa GoPro-kameraa. On myös hyvin pieniä 360°-kameroita, jotka kuvaavat koko ympäristönsä (esim. Ricoh Theta, Giroptic 360cam, Bubl). Kameroiden kuvat yhdistetään ohjelmistolla (esim. Kolor 360²). Saatava kuva- tai videotiedosto on huomattavasti suurempi kuin normaali kuva, jolloin myös tiedonsiirrolta ja prosessoinnilta vaaditaan enemmän. Esimerkiksi YouTubeen on jo mahdollista ladata 360°-videoita. Ilmaisia katseluohjelmia on useita, tosin standardeissa ja yhteensopivuudessa on vielä puutteita.

Staattisille ympäristöille, esimerkiksi tyhille rakennuksille tai arkeologisille paikoille, 360°-kuvat ovat riittäviä. Ne ovat paljon kevyempiä ja helpompia yhdistää, tallentaa, näyttää ja siirtää kuin videot. Vain jos tarvitaan dynaamisia asioita, kuten kameran liikettä tai ihmisiä liikkumaan, on 360°-video parempi. Esimerkiksi alle tuhat euroa maksava Panono-kamera³ on yksi vaihtoehto 360°-kuvien toteuttamiseen. Kameralla saa otettua tarkkoja 100 megapikselin kuvia.

Myös 360-katselulaitteet ovat kehittyneet. Oculus Rift ja monet muut näyttösilmikot vaativat tehokkaan PC:n tai pelikonsolin kuvan laskemiseen. Toisaalta moderni älypuhelin ja siihen liitettävä hyvin halpa silmikko (esim. Homido) tai minimalistinen lisäkelinssi (esim. Goggle Tech C1 Glass) on täysin riittävä monenlaiseen katseluun. Ne ovat eräänlaisia nykyajan View Master -katselulaitteita, ja ympäristö on täysin fotorealistinen. Katsella voi joka suuntaan, mutta kuvapohjaisena vapaa ympäristössä liikkuminen on rajallista. Periaatteessa on mahdollista yhdistää myös 3D-grafiikkaa ja avatareja kuvan päälle (hybridi 3D-malli ja 360°-kuva- tai videotallennus).

Toisenlaista teknologiaa edustaa Lytro-valokenttäkamera, jolla kuvaa ei tarvitse fokusoida kuvattaessa, vaan fokusoinnin voi päättää jälkieditoinnissa. Lytro on kaupallinen tuote, mutta kehittyneemmät valokenttäkamerat ovat kaukaista tulevaisuutta. Sen sijaan erilaiset 3D-skannerit voivat olla edullisempi tapa tallentaa fotorealistiset (liikkumattomat) ympäristöt kustannustehokkaammin kuin 360°-kuvat ja -videot. Tällöin katselussa ei tarvitse rajoittaa kameran paikkaan (tai hyvin rajoitettuun liikkumiseen pienen kuvankäsittelyn avulla), vaan liikkuminen on vapaata eli tapahtuu koko tallennetun alueen rajoissa.

2 <http://www.kolor.com/360-videos>

3 <https://www.panono.com/#/en/home>

Multimodaalinen vuorovaikutus ja luonnolliset käyttöliittymät

Moniaistiset vuorovaikutustavat, esimerkiksi liike- ja eleohjaus, kosketus, käyttäjän ilmeiden, tunteiden, henkilön ja aikomusten tunnistaminen, aivokäyttöliittymät ja katseenseuranta ovat yleistymässä uusien sensoreiden, algoritmien ja laitteiden seurauksena. Tästä voi seurata luonnollisten käyttöliittymien yleistymisen. Niissä ei enää painella nappeja tai hiirtä, vaan ollaan vuorovaikutuksessa suoraan luonnollisen (oppimis)ympäristön tai esimerkiksi älykkäiden esineiden kanssa. Uudet pienet sensorit voivat myös vahvistaa ihmisen aisteja, ja luoda jopa super-aisteja, joilla voi vaikkapa nähdä lämpöä, saada kotkansilmät tai ”röntgenkatseen” tai seurata cocktail-kutsuilla haluamaansa keskustelua 30 metrin päästä. Liiketunnistus on jo yleistynyt peleissä ja opetussovelluksissa muun muassa Microsoft Kinect -sensorin, Leap Motionin ja muiden vastaavien edullisten sensorien myötä. Lisäksi kehitteillä on runsaasti muita edistyneitä laitteita esimerkiksi liiketunnistukseen ja haptisen palautteen tuottamiseen.

Muutamia esimerkkejä kehitteillä olevista laitteista liiketunnistukseen ja haptisen palautteen tuottamiseen

- PrioVR - liiketunnistus koko vartalolle (päälle puettava sensoripuku) <http://www.priovr.com>
- Cyberith Virtualizer - monisuuntainen juoksumatto, joka mahdollistaa liikkumisen joka suuntaan sisäänsäsulkeissa virtuaaliympäristössä <http://cyberith.com>
- Stem - modulaarinen ja langaton liiketunnistusteknologia <http://sixsense.com/wireless>
- Reactive Grip - liiketunnistus ja haptinen palaute <http://tacticalhaptics.com>
- Dexmo - haptinen palaute (eksoskeleton, joka mahdollistaa esim. tarttumisen objekteihin virtuaaliympäristössä) <http://www.dextarobotics.com/products/dexmo>

Katseenseuranta on nykyään helppoa ja edullista liittää varsinkin tietokoneen näyttöihin. Myös näyttösilmikoihin on saatavilla katseenseurantalaitteita, joskin niiden hinnat ovat vielä korkeita. Tulevaa tekniikkaa edustaa esimerkiksi Fove⁴, joka yrittää tuoda katseenseurannan silmikoihin muutaman sadan euron hinnalla. Virtuaalitodellisuuden immersiota voidaan parantaa myös esimerkiksi ilmassa leijuvan haptiikan avulla (mid-air ultrasonic haptics). Seuraavassa kuvattu CityCompass-sovellus (seinälle projisoituna versiona) käyttää Kinect-sensoreita olennaisena osana.

⁴ <https://www.kickstarter.com/projects/fove/fove-the-worlds-first-eye-tracking-virtual-reality>

Esimerkki moniaistisesta vuorovaikutuksesta kielen opiskelussa: CityCompass

CityCompass (CC) on moniaistinen ja immerstiivinen kielen opiskeluympäristö, joka perustuu panoraamakuviin reaali maailmasta (Pihkala-Posti ym. 2014). Ympäristö perustuu neljään peruspilariin: immersioon, joka syntyy oikeita ympäristöjä esittävistä panoraamakuvista, keholliseen vuorovaikutukseen sisällön kanssa, vuorovaikutukseen ympäristössä sekä kielen käyttämisen seurauksiin. Kyseessä on simuloitu keskustelu kahden toimijan välillä, teemana reitin neuvominen. Kantava idea on käyttää kieltä oman sijainnin kuvailuun ja reitin neuvomiseen. Kielen käyttämisen seurauksena päästään perille tai joudutaan umpikujaan. Immersio perustuu toisaalta projektion käyttämiseen ja ohjaukseen, toisaalta oikeaan ympäristöön ja kiinnostavaan sisältöön (ks. kuva 12). Parhaimmillaan CC:n kaltainen ympäristö on, kun toimijat ovat keskenään vuorovaikutuksessa, jolloin kielen käyttäminen vastaa hyvin aitoja tilanteita. Sisältöön on lisäksi sijoitettu riittävästi vinkkejä ja avainsanoja, jotta matka voi edistyä, vaikka käyttäjän sanasto ei olisikaan laajin mahdollinen.

Tulevaisuudessa CC:n vipuvaikutus oppimiseen liittyy sekä sisällön esitystapaan että sen integroimiseen muihin sovelluksiin. Erityisesti tilallisuutta hyödyntävä esitystapa aktivoi oppijoita uusilla tavoilla mahdollistaen oppimistilanteen rakentamisen tavanomaisesta poikkeavaksi. Nykyisen kaltaista reitin opastukseen perustuvaa sisältöä voidaan laajentaa myös muihin vuorovaikutustilanteisiin, jolloin monipuolinen sisältö tukee paremmin kielitaidon kehittymistä. Erilaiset visuaalista materiaalia hyödyntävät keskustelut ovat ilmeisiä sovelluskohteita.

Nykyinen versio CC:stä on selkeästi vuorovaikutuksellinen, mutta siihen on helposti integroitavissa yksinpeli esim. Unityllä tai SL-, OpenSim- tai realXtend avatar -ympäristöön toteutettuna. Näin voidaan yhdistellä sekä vapaasti rakentuvia, vain teemaltaan määriteltyjä, ja käsikirjoitettuja, myös skeemaltaan määriteltyjä oppimistehtäviä. Vapaasti rakentuvat tehtävät edellyttävät vuorovaikutuksen molempien osapuolten olevan jonkinlaisella älyllä varustettuja, so. ihminen tai jonkinlainen agentti, jolloin tehdyt ratkaisut voivat johtaa uusiin tilanteisiin. Käsikirjoitetut tehtävät taas sopivat hyvin yksin suoritettaviksi.

Yksi näkökulma CC:n hyödyntämiseen opetuksessa on tehtävien laatiminen ympäristöön. CC:n www-versiossa on toteutettuna tehtäväeditori, jonka avulla oppijat voisivat toteuttaa omia reittejään tai muita tehtäviä. Tämän ominaisuuden avulla oppiminen voisi tapahtua tehtävien suorittamisen lisäksi myös niitä laatimalla ja ympäristöjä tarkastelemalla.

Lisätietoa:

http://www.uta.fi/sis/tauchi/mmig/projects/aktiivitalat/active_learning_spaces/languages.html

Puheentunnistus ja luonnollisen kielen käsittely

Kieliteknologian soveltaminen opetukseen voi yleistyä Applen Sirin, Microsoftin Cortanan ja Androidin Google Now:n myötä (ks. myös kohta Tekoäly ja virtuaaliagentit). Esimerkiksi Cortana on pian saatavilla kaikkiin yleisiin PC- ja kännykkä-käyttäjärjestelmiin. Puheentunnistusta ovat kehittäneet muun muassa suuret teknologiayhtiöt (Google, Microsoft, Facebook, Apple) sekä monet yliopistot⁵. Nykyiset sovellukset toimivat jo kohtuullisen hyvin asioissa, joihin ne on suunniteltu (esim. kommentojen tunnistaminen yksinkertaisista lauseista ja sanoista). Puheentunnistus ja luonnollisen kielen käsittely on kuitenkin haasteellista, koska ihmiset puhuvat yksilöllisellä tavalla ja käsiteltävää tietoa on paljon. Pelkkien sanojen ja äänneiden lisäksi puhumiseen liittyy myös paljon muuta, kuten ilmeet, eleet, kielellä leikkely, mahdolliset puheviat ja väliaikaiset muutokset (esim. flunssa), jotka vaikuttavat puheen prosodisiin piirteisiin (esim. sävelkulku ja -korkeus, sanapaino ja lausepaino, äänneiden kesto, puhenopeus, tauotus ja rytmi). Tämä kaikki hankaloittaa puheen koneellista tunnistamista. Kielenoppimisessa puheentunnistuksen erityisenä haasteena on tietenkin myös se, että oppijat harvemmin puhuvat kohdekieltä natiivin puhujan kaltaisesti.

5 Esimerkiksi DigLin-hanke <http://diglin.eu/>



Kuva 12. CityCompass tarjoaa elekäyttöliittymän virtuaalisessa kaupungissa liikkumiseen ja siellä puhumiseen. (TAUCHI-tutkimuskeskus, Tampereen yliopisto, 2015.)

Myös automaattinen kielen kääntäminen⁶ on kiintoisa mahdollisuus. Helpointa on kääntää tekstiä tai kuvasta tunnistettua tekstiä kieleltä toiselle, mutta myös puheen kääntäminen on rajallisesti mahdollista. Puheentunnistus, puheen automaattinen kääntäminen ja puhesynteesi kehittyvät koko ajan. Kenties joskus tulevaisuudessa ei enää tarvitse oppia uutta kieltä lainkaan, vaan voi keskustella kasvokkain kenen kanssa tahansa millä kielellä tahansa kädessä pidettävän kännykän tulkatessa?

Tällä hetkellä puheentunnistus tunnistaa yksinkertaisia sanoja ja lauseita, ja voisi toimia peleissä esimerkiksi ääntämisen harjoittelussa ja valintojen tekemisessä. Myös puhujan tunnistaminen ja varmentaminen on periaatteessa mahdollista puheen pohjalta. Puheen avulla voidaan antaa myös yksinkertaisia käskyjä ohjelmalle. Lisäksi puheentunnistus voi esimerkiksi poimia puheesta tiettyjä asioita ja toimia tätä kautta arvioinnin tukena. Pelkästä puheen tunnistamisesta on kuitenkin vielä varsin pitkä matka siihen, että peleissä tai virtuaaliympäristöissä voisi keskustella vapaasti tekoälyagenttien kanssa.

⁶ Esimerkiksi <https://translate.google.com/>

Puheentunnistuskokeilu

Heli Kamppari ja Tapani N. Liukkonen, Turun yliopiston Brahea-keskus

Hankkeen pelidemossa ei voitu resurssien puitteissa kokeilla puheentunnistusta, ja sen vuoksi päätettiin tutkia pienimuotoisesti erillisellä testillä pelidemotestauksen yhteydessä yhden puheentunnistusohjelman kykyä tunnistaa ei-natiivin puhujan tuotosta.

Päädyimme käyttämään kokeilussa Googlen Web Speech¹ -rajapintaa ja sen esittelysivustoa, koska esimerkkiteot osaa suomea, sen takana on Googlen mittava kehitystyö ja se on helposti käytettävissä pienimuotoista testaamista varten ilman oman sovelluksen toteuttamista. Myös Morbinin ym. (2013) mukaan kyseinen rajapinta on puheentunnistuksen osalta toimiva ja päteväksi havaittu.

Testiin osallistui 10 informanttia, jotka ovat asuneet Suomessa 3–20 vuotta ja aloittaneet suomen kielen opiskelun aikuisiällä maahan muutettuaan. Osallistujat olivat iältään enimmäkseen 35–50-vuotiaita ja äidinkieltään joko venäjän-, ruotsin-, kiinan-, japanin-, espanjan-, arabian- tai kreikankielisiä. Testissä informantit saivat luettavakseen alle kymmenen lauseen mittaisen tekstin, josta oli sekä huolitellun yleiskielinen että arkipuhekielinen variantti. Lisäksi vapaata puhetta testattiin kahdella yksinkertaisella kysymyksellä, joista toiseen saattoi vastata yhdellä sanalla (*Missä kuussa olet syntynyt?*). Informanttien puhe äänitettiin ja puheentunnistusohjelman tuottama teksti tallennettiin vertailua varten.

Testaustilannetta tarkkaillaessa saattoi havaita, että teknisesti ohjelma vaatii äänilähteen ja mikrofoniin läheisyyttä, käytännössä kuulokemikrofoniin käyttöä. Tietokoneen sisäänrakennetun mikrofoniin kautta ohjelma ei tunnistanut ääntä lainkaan tai se tuotti oikeita sanoja vain satunnaisesti. Kun verrataan tallentimella tehtyjä äänityksiä ja ohjelman tuottamaa tekstiä, voi helposti huomata, että vieras ääntämys ei vaikuta ihmiskorvan havaintoon ja sen perusteella tehtävään tulkintaan yhtä paljon kuin tunnistusohjelman tulkintaan. Useissa kohdin on täysin mahdoton ymmärtää, miksi kone oli valinnut tietyn virheellisen sanan, koska se kuulostaa äänitallenteessa aivan hyväksyttävältä.

Päävertailu on tehty alkuperäisen tekstin ja ohjelman tuottamien tekstien välillä, vapaassa puheessa vertailun kohteena on äänite. Verrokiksi tekstit luki ohjelmaan yksi natiivi puhuja, jonka puhetta ohjelma ei myöskään tunnistanut sataprosenttisesti. Parhaiten sovellus selviytyi persoonapronominien muodoista, se erotti jopa puhekielisen variantin (*me, meistä, sinulle, sulle*). Numeraalien tulkinta onnistui yleensä oikein, vaikka ne tulostuivatkin joskus numeroilla merkittynä, joskus kirjaimin, riippumatta siitä, olivatko ne nominatiivissa vai jossain muussa sijassa. Arkipuheessa yleiset verbit, substantiivit ja partikkelit onnistuivat myös hyvin (*kerron, syödään, kahville, aamulla, vähän, ja*). Vapaasta puheesta ohjelma tunnisti oikein kaikkien sanoman kuukauden nimen ja myös tavallisia sanoja samaan tapaan kuin luetusta tekstistä (*matkustaa, juhla, jouluku, koska*).

Yleiskielistä tekstiä ohjelma tunnisti paremmin kuin puhekielistä. Tämä johtui varmasti myös siitä, että informanteilla ei ole tottumusta lukea puhekieltä ääneen, mikä aiheutti takeltelua ja sanan tai sanan osien toistoa. Sovellus korjasi useimmiten esim. puheen loppu- ja sisäheitolliset muodot yleiskielen mukaisiksi (*näist -> näistä, meidän ->meidän, kahelt ->kahdelta*). Osa ohjelman vääristä tulkinnoista johtui korvinkin kuultavasta ääntämisen erosta (*syömässä -> suomessa, tänne -> tänään*), mutta jotkin sanamuodot ilmiselvästi puuttuvat ohjelman kielikirjastosta, esimerkiksi natiivikaan puhuja ei saanut useista yrityksistä huolimatta sovellukselta oikeata versiota sanasta *joillakuilla*. Väärissä tulkinnoissa oli myös suorastaan absurdeja tulkintoja, joista osa oli epäsanoina tai englanninkielisiä ilmauksia (*käy -> keu, yhdeksältä -> 911, syö -> ceo, joillakuilla ->youtube video*). Arkipuhekielisen tekstin osuudessa näitä oli enemmän. Tämä kertoo toisaalta kielen variaation laajuudesta, toisaalta puheentunnistusohjelman taustalla olevan korpuksen rajallisuudesta.

Puheen tunnistaminen teknologian avulla ei siis suju edes äidinkielisten puheesta aukottomasti, mutta ohjelmalle voi yrittää kehittää kielenopetukseenkin käyttötapoja, joissa sen puutteista ei ole haittaa. Vaikka ohjelma tunnistaisikin puheen, pitäisi myös pelin tai muun sovelluksen tunnistaa, mitä on puhuttu. Luonnollinen kieli pitäisi käsitellä ja ”tulkata” ohjelman ymmärtämäksi käskyksi – se on teknologian seuraava haaste. Lähitulevaisuudessa olisi kiinnostavaa kokeilla esim. rakentaa peliin mahdollisuus valita vastausvaihtoehto puheen avulla. Näin voitaisiin lisätä pelin immersivisyyttä ja autenttisuuden tuntua.

Lähde

Morbini, F., Audhkhasi, K., Sagae, K., Artstein, R., Can, D., Georgiou, P., Narayanan, S., Leuski, A. & Traum, D. 2013. Which ASR should I choose for my dialogue system? SIGDIAL 2013 Conference 22.–24.8.2013. Metz, France. Association for Computational Linguistics, 394–403.
<http://www.sigdial.org/workshops/sigdial2013/proceedings/index.html>

1 <https://www.google.com/intl/en/chrome/demos/speech.html>

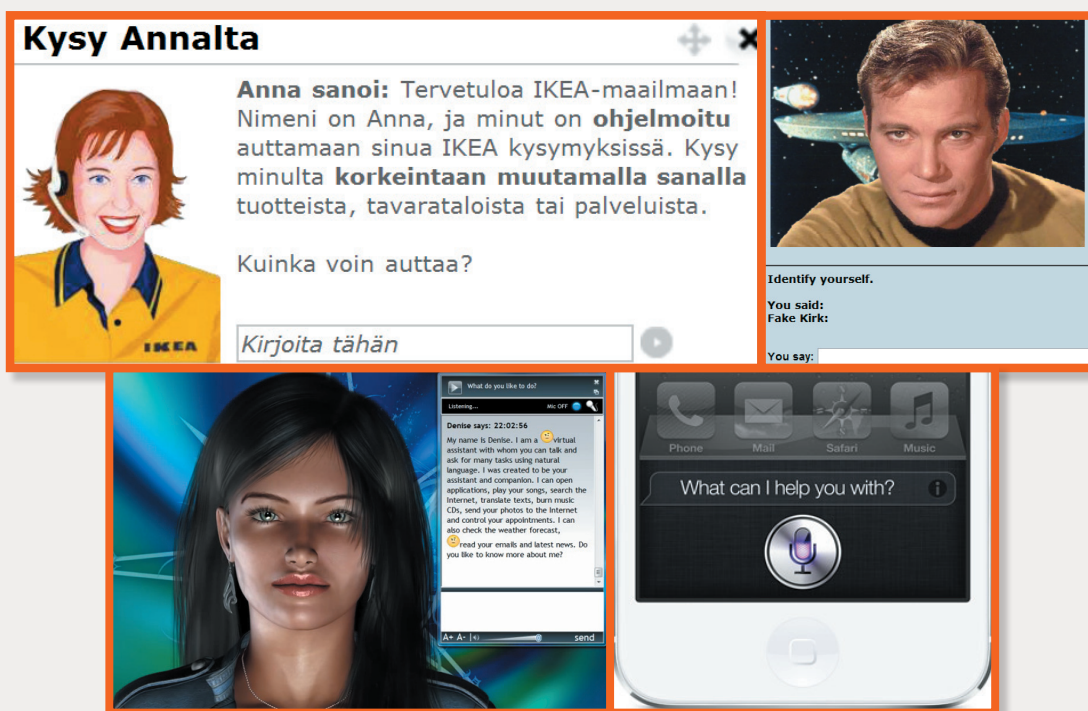
Puhesynteesi

Puhesynteesiä käytettiin ensimmäisen kerran digitaalisessa pelissä jo vuonna 1980, ja tekniikkaa on käytetty myös esimerkiksi autonavigaattoreissa jo vuosia. Puhesynteesin avulla peleihin ja sovelluksiin voidaan helposti lisätä kielellistä sisältöä, sillä käsikirjoitettu oikeiden henkilöiden puheen näyttelemine on usein työläs ja kallis prosessi. Synteettiselle puheelle on kuitenkin edelleen tyyppillistä ”robottimaisuus”, josta on vaikea päästä eroon.

Puhesynteesiä on hyödynnetty jonkin verran myös oppimispeleissä ja -sovelluksissa. Tekniikan soveltuvuus opetukseen riippuu kuitenkin paljon oppimistavoitteista. Jos tarkoituksena on harjoitella esimerkiksi toimimista autenttisissa tilanteissa, pitäisi myös puheen olla mahdollisimman luonnollista. Joissakin tilanteissa synteettinen ääni voi kuitenkin olla riittävä. Synteettistä puhetta voitaisiin hyödyntää esimerkiksi tehtäviin ja toimintaan liittyvissä ohjeissa ja palautteissa, missä kielen luonnollinen vaihtelu ei ole välttämätöntä. Nuance⁷ ja Acapela Box⁸ ovat esimerkkejä kaupallisista sovelluksista synteettisen puheen tuottamiseen useilla eri kielillä ja äänillä. Myös synteettinen puhe kehittynee tulevaisuudessa realistisempaan suuntaan, mikä helpottaa kielellisten sisältöjen tuottamista peleihin ja sovelluksiin.

Tekoäly ja virtuaaliagentit

Syksyllä 2015 julkaistavan Microsoft Windows 10:n mukana tulee puhetta ymmärtävä tekoälyavustaja Cortana. Cortana opettelee tuntemaan käyttäjänsä, ja se voi esimerkiksi etsiä internetistä aikatauluja tai kirjoittaa ja lähettää sähköpostiviestejä käyttäjän sanelun mukaan. Aluksi kielivalikoima on rajallinen. Vastaavan tapaisia toimintoja on jo Applen Sirillä ja Google Now:ssa. Erilaisia avustajia ja virtuaaliagentteja on nähty sovelluksissa ja verkkosivustoilla ennenkin. Tunnettuja esimerkkejä ovat muun muassa Microsoft Officeen pahamaineinen Clippy-klemmari, joka ponnahti ruudulle usein odottamattomaan aikaan ja lähinnä haittasi työntekoa tai suorastaan esti sen, sekä Ikean verkkosivuilla asiakaspalvelutehtävissä toimiva Anna-chatbot. Virtuaaliagentit ovat yleensä ihmismäisiä hahmoja, jotka kykenevät keskustelemaan ja vastailemaan yksinkertaisiin kysymyksiin ohjelmointinsa puitteissa. Kuvassa 13 esitellään joitakin esimerkkejä virtuaaliagenteista.



Kuva 13. Esimerkkejä virtuaaliagenteista ja tekoälysovelluksista. Ikean Anna, Fake Kirk, Virtual Assistant Denise ja Applen Siri.

7 <http://www.nuance.com/for-business/text-to-speech/index.htm>

8 <https://www.acapela-box.com/AcaBox/index.php>

Täydelliseen ihmisen ja tietokoneen väliseen keskusteluun ei kuitenkaan päästä ehkä koskaan – eihän siihen päästä ihmistenkään välillä! Jos käyttäjä luulisi keskustelelevansa ihmisen kanssa puhuessaan Cortanalle tai muulle tietokoneelle, olisi onnistuttu toteuttamaan menestyksellinen Turingin testi⁹, siis tietokoneen yltäminen ihmisen tasolle keskustelukumppanina. Turingin testiä pidetään yhtenä vaikeimmista tietokoneiden haasteista, eikä yksikään ohjelma ole toistaiseksi läpäissyt tätä testiä.

Mitä suppeampaa aihealuetta ja sanastoa keskustelu koskee ja mitä rajatummat mahdollisuudet keskustelun etenemisessä on, sitä helpompi tietokoneen on osallistua keskusteluun. Vaikka keskustelu voi olla tietokoneelle vaikeaa, voivat tehokkaat tietokoneet suorittaa vaativia laskutoimituksia ja analysoida suuria, järjestelemättömiä tietomassoja (big data) huomattavasti ihmistä tehokkaammin jo nyt. Esimerkiksi IBM:n Deep Blue -tietokone voitti shakin maailmanmestarin vuonna 1996, Watson-tietokone¹⁰ puolestaan yleistietoa mittaavaan Jeopardy-kilpailun muutama vuosi sitten.

Erilaiset kehittyneet tekoälysovellukset ja ihmismäiset robotit ovat olleet yleinen teema tietoisuudessa jo pitkään. Tietokoneen tekoäly voi olla tulevaisuuden kielten opetuksessa väsymätön opettaja ja harjoitusvastus etenkin sopivasti rajatuilla keskustelunaihe- ja sanastoalueilla, kuten erityisalujen tehtäväkeskeisessä kielenharjoittelussa. Tekniikka kehittyy nopeasti, ja erilaiset tekoälysovellukset tulevat todennäköisesti yleistymään jo lähitulevaisuudessa. Ihmismäistä ajattelua täysin jäljitteleviä tai peräti autonomisesti ”ajattelevia” koneita tai ohjelmia saadaan kuitenkin odotella vielä hetki jos toinenkin.

Alustariippumattomuus

Alustariippumattomuudella voidaan tarkoittaa useita asioita. Näitä ovat muun muassa selainkäyttö, mobiilikäyttö ja saman sovelluksen käyttö eri käyttöjärjestelmillä tai laitteilla. Selainkäyttö mahdollistaa saman sovelluksen käytön eri selaimilla mistä tahansa. Tähän löytyy myös poikkeuksia. Esimerkiksi sovellus voi vaatia tiettyä liitännäistä, joka ei ole saatavilla kyseiselle selaimelle.

Usein sama sovellus on saatavilla eri mobiililaitteille, ja erityistapauksissa nämä sovellukset voivat toimia keskenään. Tämä on esimerkki laiteriippumattomuudesta, jossa sama sovellus voidaan viedä eri alustoille, kuten älypuhelimeen, selaimen tai tietokoneeseen. Tämä vaatii sovellusten kehitysalustalta erityisominaisuuksia. Unity on yksi tällainen kehitysympäristö. Sovellus sallii kehittämisen Windows-, MacOS-, Linux-, iOS-, Android-, Windows Phone-, selain- ja konsolialustoille. Esimerkiksi Meshmoon Webrocket¹¹ on ratkaisu selainpohjaisten pelien ja virtuaaliympäristöjen toteuttamiseen. Webrocket ei vaadi erillisten liitännäisten asentamista, vaan sovellukset toimivat suoraan tavallisella selaimella. Unity kykenee tähän tulevaisuudessa, mutta vaatii tällä hetkellä vielä erillisen liitännäisen toimiakseen. Selainpohjaiset ja alustariippumattomat sovellukset voivat helpottaa virtuaaliympäristöjen ja pelien käyttöönottoa huomattavasti.

Kommentti

Pasi Mattila, Centre for Internet Excellence, Oulun yliopisto

Development is going from general platform and learning idea towards more focused and realistic environments and from native technology towards WebGL solutions (working like Internet browser).

⁹ http://fi.wikipedia.org/wiki/Turingin_testi

¹⁰ [http://en.wikipedia.org/wiki/Watson_\(computer\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Watson_(computer))

¹¹ <http://rocket.meshmoon.com>

Pelianalytiikka

Peleistä kerätään nykyään monenlaista dataa. Osa kerättävästä datasta liittyy suoraan pelin suorituskykyyn, mutta varsinkin mobiilimarkkinoilla tärkeimmässä roolissa on käyttäjää koskevan tiedon kerääminen. Tässä tekstissä tarkoitamme pelianalytiikalla pelaajasta ja pelaajan tekemisistä pelin aikana kerättävän datan hyödyntämistä pelin kehittämisessä. Datasta voidaan tunnistaa erilaisia pelaajia ja persoonallisuuksia sekä näille tyypillisiä tapoja toimia. Tyypittämällä pelaajat ryhmiin peliä voidaan kehittää eri ryhmille sopivammaksi kerättyyn dataan perustuen.

Tyypillisesti pelin aikana kerätään tietoa pelaajan tekemisen eri muodoista; minne hän menee, miten siirtyy paikasta toiseen, millaisia toimintoja hän käyttää peli- tai virtuaalimaailman eri osissa, keiden (pelihahmojen tai muiden pelaajien) kanssa hän on tekemisissä, minne pelaaja katsoo pelissä ja mitä käyttöliittymän osia hän käyttää. Tätä dataa analysoimalla voidaan selvittää esimerkiksi, onko jokin pelin osa liian vaikea tai liian helppo, huomaako pelaaja asiat, jotka hänen on tarkoitus huomata, onko pelimaailmassa osia, joissa pelaajat käyvät harvoin tai usein, ja mitä näissä paikoissa tapahtuu.

Opetuspelien tapauksessa pelianalytiikalla voi olla perinteinen tai oppimistuloksiin keskittyvä rooli. Perinteisessä tapauksessa keskitytään pelin toimivuuden hiomiseen, jotta pelaajat viihtyisivät pelin parissa. Oppimistuloksien osalta analytiikan avulla voitaisiin selvittää, mitkä oppimiseen liittyvät asiat ovat pelaajille vaikeita, mihin asioihin he eivät palaa, onko asioita, joiden käsittely vaikuttaa helpommalta kuin muiden, kuinka he koettavat ratkaista oppimiseen liittyviä ongelmia ja niin edelleen.

3D-skannaus

Sekä esineiden että ympäristöjen 3D-skannaus (3D-mallien luominen) onnistuu yhä helpommin ja edullisemmin, mikä puolestaan vaikuttaa virtuaaliympäristöjen luomisen kustannuksiin. Joitain esimerkkejä tällaisista laitteista ovat Microsoft Kinect (Fusion), Google Tango, Structure Sensor, sekä immersiiiviset 360°-videokamerat. Ne rekisteröivät sekä kuvia ympäristöstä että esineiden etäisyydet, jolloin tuloksena saadaan fotorealistinen 3D-malli. Myös erilaisilla laserskannereilla voi tehdä helposti 3D-malleja. Lisäksi puhtaasti kuvapohjaisia menetelmiä kehitetään, jolloin esimerkiksi kiinteistönvälittäjä voisi luoda liikkumisen mahdollistavan 3D-mallin myytävästä asunnosta vain pyörittelemällä riittävästi älypuhelimensa kameraa.

Kuluttajille suunnatuilla laitteilla ei päästä suuren budjetin peliprojektien laatuun, mutta edullistenkin laitteiden avulla on mahdollista tehdä esimerkiksi raakaversioita 3D-malleista suhteellisen helposti ja nopeasti. Myös omien kasvojen skannaaminen voi yleistyä virtuaalimaailmoissa ja peleissä, sillä kasvot ovat suhteellisen helposti tunnistettavissa automaattisesti. Tulevaisuudessa skannauslaitteiden hinta laskee, tarkkuus paranee ja koko pienenee entisestään, mikä voi helpottaa ja nopeuttaa 3D-mallien, pelihahmojen, avatarien ja ympäristöjen mallintamista.

Yhteenveto uusien teknologioiden mahdollisuuksista

Vuonna 2020 kielten opetus luultavasti muistuttaa hyvin paljon nykyistä, mutta mukaan on ehkä tullut joitakin uusia työkaluja. Henkilökohtainen, kärsivällinen koneopettaja voi olla hyödyllinen itsenäiseen harjoitteluun. Kielisimulaattorit eri tasoisina voivat auttaa luetun, kirjoitetun ja puhutun kielen oppimista. Ympäristöjä ja sisältöjä voidaan esittää monella tavalla,

esimerkiksi tietokoneen ruudulta, näyttöilmikoiden välityksellä, CAVE-virtuaalihuoneissa tai muilla tavoin. Myös älykkäät, puhuvat esineet voivat tuoda kiintoisia mahdollisuuksia. Uudet teknologiat tuskin poistavat tarvetta järjestää organisoitua opetusta kouluissa ja oppilaitoksissa, mutta ne voivat muuttaa opettajan roolia, opiskelun luonnetta ja tehokkuutta sekä tarjota uusia mahdollisuuksia etä- ja itseopiskeluun. Kannattaa silti muistaa, että jos henkilöllä on vasara, kaikki ongelmat näyttävät nauiloilta; mikään asia tai teknologia ei sovi kaikkeen eikä ratkaise kaikkia kielenoppimisen haasteita.

Virtuaalisessa, immerssiivisessä oppimisympäristössä oppija pääsee asioihin, ilmiöihin ja keskusteluihin mukaan, aivan kuin olisi itse paikan päällä todellisessa tilanteessa. Oppija saattaa unohtaa käyttävänsä sovellusta ja tuntee olevansa mukana tapahtumissa. Esimerkiksi realistiset kuva- tai videopohjaiset ympäristöt voivat lisätä autenttisuuden tunteen lisäksi myös opiskelumotivaatiota. Oppijalla on mahdollisuus kokea realistinen toisen kulttuurin ympäristö äänineen ja kirjoitettuine teksteineen tulevaisuudessa vaikkapa omassa olohuoneessaan ja harjoitella siinä kielenkäytön lisäksi muun muassa viestintä- ja oppimisstrategioita: mihin ympäristössä kannattaa kiinnittää huomiota, mitä siitä poimia ja mitä hyödyntää omassa kielen tuottamisessa ja tilanteisiin reagoimisessa.

Myös lisättyä todellisuutta voidaan hyödyntää kielenopetuksessa monin tavoin. Koska lisättyä todellisuudessa pääpaino on todellisuudella, jota synteettiset esineet vain täydentävät, se sopii parhaiten tehtäviin ja oppimiseen, joissa ei edes haluta uppoutua synteettiseen maailmaan. Lisättyä todellisuutta voidaan käyttää kielenopetuksessa esimerkiksi sanaston opiskeluun. Kun näyttöilmikkoa käyttävä oppija osoittaa vaikkapa esineitä, hän saa kuulla, miten esineen nimi lausutaan halutulla kielellä ja nähdä miten se kirjoitetaan. Lisätyn todellisuuden avulla reaali maailman ympäristöihin voidaan myös tuoda muun muassa virtuaalisia opashahmoja tai pelillisiä ja tarinallisia elementtejä, kuten Luostarinmäki-seikkailussa on tehty.

Moniaistisista teknologioista käyttökelpoisimpia kielenoppimisen kannalta ovat ehkä liike- ja eleohjaukset, joiden avulla esimerkiksi suunnan tai esineen osoittaminen lisättyssä todellisuudessa tai virtuaalitodellisuudessa onnistuu helposti. Myös katseenseuranta voi olla hyödyllinen, kun halutaan vaikkapa varmistua, että oppija katsoo oikeaa kohdetta oikeassa asiayhteydessä ja oikeaan aikaan.

Pelitekniikan käyttö palautteenannon apuvälineenä ja ohjauksen tukena on hieno mahdollisuus. Pelaamisesta kerätyn tiedon avulla on mahdollista antaa myös metatason palautetta tai itsearviointia tukevaa informaatiota oppijan toiminnasta: mitä oppija teki, miksi ratkaisu oli toimiva tai toimimaton ja miten vastaavassa tilanteessa seuraavan kerran kannattaisi toimia.

Monet näistä uusista teknologioista ovat todennäköisesti hyödyllisimpiä kielenoppimisen alkuvaiheessa: oppija pääsee heti oppimisen alusta asti todellisen tuntuiseen ympäristöön näkemään ja kuulemaan opittavaa kieltä. Näin aloittelevalla kielenoppijalla on mahdollisuus kokeilla, miten toimia kohdekielisessä ympäristössä. Tilannetta voisi verrata esimerkiksi kielikylpyyn, jossa kieltä opitaan kuulemalla sitä oikeassa ympäristöstä ja käyttämällä sitä vuorovaikutuksessa. Pedagogisena haasteena on kehittää mielekkäitä ja järkeviä kielenoppimista palvelevia sisältöjä, jotka vastaavat aloittelevien oppijoiden tarpeisiin. Olisikin tärkeää kerätä alkeistason oppijoiden kielenkäytön kokemuksia, jotta voidaan luoda oikeanlaisia sisältöjä ja harjoitusmahdollisuuksia. On korkea aika irtautua tyyppillisistä ”kauppatilanteista” monimutkaisempiin vuorovaikutustilanteisiin, joita kielenoppija arjessaan kohtaa.

Luku- ja kirjoitustaidottomien kielenoppimisessa uusilla teknologioilla voi olla paljon annettavaa, kuten äänneiden, sanojen ja lauseiden sekä eleiden tunnistus. Oppija voisi esimerkiksi

harjoitella sitä, millaisia reaktioita vuorovaikutuskumppanin kasvoilta voi lukea ja miten näihin voi taas itse omilla eleillä ja ilmeillä vaikuttaa. Tällainen vastaa todellisia vuorovaikutustilanteita silloin, kun kielitaitoa on erittäin vähän. Luku- ja kirjoitustaidottomien opetuksessa on jo kokeiluja, joissa uusia teknologioita hyödynnetään, yksi esimerkki on puheentunnistuksen kokeilu ja kehittäminen DigLin-hankkeessa.

Esimerkki puheentunnistuksesta kielen oppimisessa: DigLin

<http://diglin.eu/>

Aikuisille luku- ja kirjoitustaidottomille suunnatussa eurooppalaisessa DigLin-hankkeessa (2013-2015) kokeillaan ja kehitetään suomen kielen puheentunnistusta. Yksi hankkeen keskeisistä elementeistä on se, että oppija saa tietokoneen antamaa palautetta lukemistaan sanoista ja lyhyistä lauseista.

Tavoitteena on 300 tunnistettavaa sanaa jokaisesta (kansainvälisen hankeverkoston) kielestä, mutta ongelmana on ollut muun muassa se, ettei suomen kielestä ole juurikaan riittävän laajoja puheaineistoja, joita voitaisiin hankkeessa käyttää. Myöskään oppijoilta kerättyjä laajoja puheaineistoja ei ole olemassa. Hanketta varten onkin tehty muun muassa jonkin verran oppijansuomen nauhoituksia.

Edistyneet kielenoppijat hyötyvät todennäköisesti eniten teknologian luomista uusista keinoista järjestää aitoja vuorovaikutustilanteita muiden kielenoppijoiden ja natiivien kielenpuhujien kanssa. Suomen opettamisella etäopiskeluna muun muassa ulkomailla toimivien ryhmien kesken on jo pitkät perinteet (Lehtonen & Tuomainen 2003), ja menossa on jatkuvasti kokeiluja, joissa yhtenä tavoitteena on saada maantieteellisesti kaukana toisistaan asuvat suomen oppijat yhteen. Uusilla teknologioilla toteutetut virtuaaliset ympäristöt mahdollistavat vuorovaikutuksen niin, että etänä toimivat osallistujat kokevat olevansa keskenään samassa tilassa ja voivat välittää toisilleen kirjoitetun ja puhutun kielen lisäksi aidon tuntuisesti myös eleitä, ilmeitä ja tilallisia vihjeitä. Pedagogisena haasteena tällaisessa opiskelussa on mielekkäiden ja monipuolisten yhteisöllisten tehtävien suunnittelu ja organisointi.

Kielen oppiminen vaatii aina todellisen tarpeen taustalle, ja teknologia on tavoitteiden saavuttamiseksi vain yksi työkalu. Tärkeintä on lopputulos eli kielitaidon kehittyminen. Jotta kieltenopetuksessa voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää uusimpia teknisiä mahdollisuuksia, olisi välineiden oltava helposti saavutettavia ja riittävän helppokäyttöisiä sekä ryhmien ohjaajille että oppijoille. Monet nykyisetkin 3D-mahdollisuudet ovat vielä liian työläitä opetella ja vaikeakäyttöisiä suhteessa niiden hyötyihin. Kuitenkin tarvetta, halua ja toiveita on, joten on aika myös muutoksiin. Kuten Virtuaalista suomen opiskelua kehittämässä -hankekin on todistanut, yhteistyö ja vuoropuhelu eri toimijoiden ja monenlaisten asiantuntijoiden kesken on välttämätöntä, jotta uudet teknologiat tuottavat aitoa lisäarvoa kielenoppimiseen ja resursit osataan keskittää erityisesti sellaisiin oppimista edistäviin mahdollisuuksiin, joita muut menetelmät eivät tarjoa.

Kommentti

Pasi Mattila, Centre for Internet Excellence, Oulun yliopisto

3D environments and platforms will be taken to use in distance learning and team working in learning and training. There is a need to develop 1) platform 2) virtual infrastructure 3) learning and teaching tools 4) content and learning games. At this work we have managed to do development, a lot of work is still ahead, but project by project (case by case) we are able to move forward and make virtual communication reality!

Lähteet

Lehtonen, T. & Tuomainen, S. 2003. CSCL - A Tool to Motivate Foreign Language Learners: The Finnish Application. *ReCall: An International journal on technologies and language learning* 15(1), 51–67.

Pihkala-Posti, L., Kallioniemi, P., Uusi-Mäkelä, M., Hietala, P., Hakulinen, J., Turunen, M., Okkonen, J., Kangas, S. & Raisamo, R. 2014. Collaborative Learner Autonomy and Immersion in Embodied Virtual Language Learning Environment. Teoksessa *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2014*. Chesapeake, VA: AACE, 1381–1390.