

QWERTY, QuickType ja Swype virtuaalinäppäimistöjen kokeellinen vertailu taulutietokoneen tekstinsyöttömenetelminä

Heikki Hämälistö

Tampereen yliopisto
Informaatiotieteiden yksikkö
Vuorovaikutteinen teknologia
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Poika Isokoski
Kesäkuu 2015

Tampereen yliopisto
Informaatiotieteiden yksikkö
Vuorovaikutteinen teknologia
Heikki Hämälistö: Taulutietokoneiden tekstinsyöttö
Pro gradu -tutkielma, 43 sivua, 7 liitesivua
K 2015

Taulutietokoneet ovat suhteellisen uusia laitteita, joiden tekstinsyöttöä ei ole tutkittu vielä kovin paljon. Kosketusnäytöllä esitettävät virtuaalinäppäimistöt ovat yleinen tapa syöttää tekstiä taulutietokoneilla.

Tässä tutkimuksessa verrataan QWERTY, QuickType ja Swype virtuaalinäppäimistöjä Applen iPadilla sekä kädessä että pöydällä kirjoitettaessa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mikä näistä kolmesta näppäimistöstä on nopein ja vähiten virheitä aiheuttava. Tutkimukseen osallistui 13 aloittelijataso osallistujaa.

Testilauseiden kirjoitus ja tulosten laskenta suoritettiin tätä tutkimusta varten kehitetyllä internet-sivulla. Jokainen osallistuja kirjoitti jokaisella näppäimistöllä 20 testilauseetta, joista puolet kirjoitettiin niin, että laite oli pöydällä ja toinen puoli niin, että laitetta pidettiin käsissä.

Tuloksista kävi ilmi, että aloittelevat käyttäjät kirjoittivat nopeimmin ja virheettömimmin QWERTY-näppäimistöllä. Osallistujat kuitenkin kokivat vaihtoehtoiset tekstinsyöttötavat tehokkaimmiksi. Pöydällä kirjoittaminen oli merkittävästi nopeampaa ainoastaan QWERTY-näppäimistöllä.

Avainsanat ja -sanonnat: taulutietokone, tekstinsyöttö, Swype, QuickType, QWERTY

Sisällys

1. Johdanto.....	1
2. Taulutietokoneiden tekstinsyöttö.....	2
2.1. Näppäimistöperhainen tekstinsyöttö.....	2
2.1.1. Yhdistetty QWERTY.....	2
2.1.2. Jaettu QWERTY.....	3
2.1.3. KALQ.....	4
2.1.4. QuickType.....	7
2.1.5. Adaptxt.....	8
2.1.6. Dryft.....	9
2.2. Stylusperhainen tekstinsyöttö.....	11
2.2.1. MyScript.....	12
2.2.2. Penultimate.....	13
2.2.3. Swype.....	14
2.2.4. SwiftKey.....	17
2.3. Puheperhainen tekstinsyöttö.....	18
2.3.1. Siri.....	21
2.4. Yhteenveto tekstinsyöttönopeuksista.....	22
3. Testiohjelman tekninen toteutus.....	24
3.1. Testiohjelma.....	24
3.2. Metriikat.....	25
4. QWERTY vs. QuickType vs. Swype.....	28
4.1. Osallistujat.....	28
4.2. Testilaite.....	28
4.3. Testin kulku.....	29
5. Tulokset.....	30
5.1. Tekstinsyöttönopeus.....	30
5.2. Virheet.....	30
5.3. Ennustavan tekstinsyötön tulokset.....	32
5.4. Kyselylomakkeiden tulokset.....	32
6. Pohdinta.....	38
7. Yhteenveto.....	40
Viiteluettelo.....	41
Liitteet	

1. Johdanto

Taulutietokoneen idea ei ole kovin uusi. Alan Kay visioi sen jo vuonna 1968, mutta vasta vuonna 2010 taulutietokoneista tuli kaupallisesti menestyneitä tuotteita kun Apple julkaisi ensimmäisen iPadin. Taulutietokoneet ovat kasvattaneet rajusti suosiotaan viime vuosina. Taulutietokoneiden tekstinsyöttö keskittyy pääasiassa viestien kirjoittamiseen, Internet-hakuun ja dokumenttien editointiin. Tablettien suurikokoiset ja tarkat kosketusnäytöt sekä tehokkaat suorittimet mahdollistavat lukuisia tekstinsyöttömenetelmiä kuten virtuaalinäppäimistöt, eleet, käsialan tunnistus ja jopa puhe. Vastaavasti niiden ominaisuudet, kuten koko, keveys, langattomuus ja pitkä akunkesto mahdollistavat monia erilaisia käyttökonteksteja.

Tabletteja eli taulutietokoneita on olemassa montaa eri tyyppiä. Esimerkiksi:

- Laattatabletti: Laattatabletit (engl. slate) koostuvat yhdestä osasta. Ne eivät ole taitettavia, eikä niissä ole pyöriviä tai ulosvedettäviä osia. Esimerkiksi Apple iPad on tämän tyyppinen tabletti. Tässä tutkielmassa keskitytään lähinnä vain tämän tyyppisiin tabletteihin, koska ne ovat tällä hetkellä suosituimpia.
- Booklet: Simpukkamainen kahdesta kosketusnäytöstä koostuva taitettava taulutietokone.
- Phablet: Phablet on älypuhelimien ja taulutietokoneiden välimuoto. Phabletit ovat suurikokoisia älypuhelimia, joissa on yli viiden tuuman kokoinen kosketusnäyttö.
- Hybriditabletti: Hybriditabletit ovat tabletteja, joissa on irrotettava fyysinen näppäimistö.
- Minitabletti: Minitabletit ovat pienempiä ja kevyempiä kuin perinteiset (slate) tabletit. Niiden näyttökoko on yleensä 7 – 8 tuumaa.
- Laplet: Laplet tulee sanoista laptop ja tablet. Lapleteissa on tehokkaammat PC-luokan prosessorit ja monipuolisemmat käyttöjärjestelmät kuin perinteisissä tableteissa. Ne on suunniteltu työpöytäsovellusten käyttöön, ja niihin voi kytkeä useita lisälaitteita. Microsoft Surface Pro laitteet ovat yksi esimerkki lapletista.

Tässä tutkimuksessa on tarkoituksena tutkia, kuinka tekstiä ennustava näppäimistö, QuickType, ja elekirjoitusnäppäimistö Swype, jossa kirjaimia ketjutetaan liu'uttamalla sormeja tai stylus-kynää kosketusnäytön pinnalla, eroavat käytettävyydeltään standardista QWERTY-näppäimistöstä. Testilaitteena käytettiin Apple iPad 2:sta. Tutkimusta varten tehtiin internet-sivu, jonka yhteydessä ladattu internet-selaimessa suoritettava ohjelma tallensi kirjoitustapahtuman lokitiedostoon. Tämä mahdollisti yksityiskohtaisten tekstinsyötön suorituskykyä mittaavien tulosten laskemisen. Ennen tutkimuksen suorittamista arvioitiin, että QuickType tai Swype ei paranna nopeiden kirjoittajien

kirjoitusnopeutta tai virheettömyyttä, mutta ne käyttäjät, jotka kirjoittavat hitaasti QWERTYllä, saattaisivat kirjoittaa nopeammin QuickTypella tai Swypella.

Seuraavassa luvussa kerrotaan yleisesti taulutietokoneiden tekstinsyötöstä ja aiheeseen liittyvistä tutkimuksista. Kolmannessa luvussa esitellään tutkimuksessa käytetyn testiohjelman ja sen tekninen toteutus. Neljännessä luvussa kerrotaan tarkemmin suoritetusta tutkimuksesta. Viidennessä luvussa esitellään tutkimuksen tulokset. Kuudes luku on pohdinta ja seitsemäs on yhteenveto.

2. Taulutietokoneiden tekstinsyöttö

Tekstinsyöttötutkimusta on tehty paljon viime vuosina. Tässä luvussa käsitellään vain tuoreinta tämän työn kannalta keskeistä aiempaa työtä. Laajemmin tekstinsyötöstä kiinnostuneiden kannattaa lukea MacKenzien ja Tanaka-Ishiin kirja *Text Entry Systems: Mobility, Accessibility, Universality* [MacKenzie & Tanaka-Ishii, 2007]. Tässä luvussa esitellään ensin näppäimistö pohjaisia, sitten stylus- ja puhepohjaisia tekstinsyöttömenetelmiä.

2.1. Näppäimistö pohjainen tekstinsyöttö

Virtuaalinäppäimistö on yleisin ja vakiintunut tapa syöttää tekstiä taulutietokoneilla. Toisaalta, virtuaalinäppäimistöjä on olemassa lukuisia erilaisia, ja paras mahdollinen näppäimistö riippuu käyttökontekstista. Käyttäjän ote laitteesta on yksi merkittävä tekijä. Tablettien näppäimistö pohjaiseen tekstinsyöttöön vaikuttaa merkittävästi se, kuinka käyttäjä pitää laitetta. Chengin ja muiden tekemässä tutkimuksessa 64 käyttäjästä 98 % muutti kantaansa siitä, mikä on paras näppäimistön asettelu, kun ote laitteesta muuttui [Cheng et al., 2013].

2.1.1. Yhdistetty QWERTY

Christopher Sholesin vuonna 1878 patentoima QWERTY-asettelu (kuva 1) on edelleen yleisin näppäimistöasettelu [Noyes, 1983] niin fyysisissä kuin virtuaalisissakin näppäimistöissä. QWERTY-asettelu esiintyi ensimmäisen kerran Type-Writer-nimellä markkinoidussa kirjoituskoneessa vuonna 1872. QWERTY-asettelun tavoitteena oli minimoida mekaaniset jumiutumiset kirjoituskoneissa.

Chaparro [Chaparro et al, 2010] ja hänen kollegansa tutkivat, voidaanko iPadin vaaka- tai pystysuunnan QWERTY-virtuaalinäppäimistöillä saavuttaa suurin piirtein samankokoisen fyysisen näppäimistön suorituskyky. Tutkimuksessa testattiin kolmea näppäimistöä kahdella testialustalla (kuva 1).



Kuva 1. Apple iPadin virtuaalinäppäimistöt vaak- ja pystyasossa sekä Acer netbook.

Acerin netbookilla saavutettiin merkittävästi nopeampi (ero n. 20 sanaa minuutissa (WPM)). Keskimääräiset tekstinsyöttönopeudet olivat iPadillä vaakatasossa 45,1 WPM, pystyasossa 43,6 WPM ja netbookilla 61,4 WPM. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä netbookin ja pystyasennossa olevan iPadin näppäimistön sekä netbookin ja vaakatasossa olevan iPadin näppäimistön välillä. Hieman yllättäen iPadin orientaatiolla ei havaittu olevan suurta merkitystä tekstinsyötön tehokkuuteen, vaikka pystyasennossa näppäimistön pinta-ala on noin 75 % vaakatason näppäimistön pinta-alasta.

Kirjoitusvirheiden suhde laskettiin suhteessa kaikkiin syötettyihin merkkeihin. Virheiden kokonaismäärissä ei ollut näppäimistöjen välisiä tilastollisesti merkittäviä eroja. Lisäsvirhe (engl. insertion error) havaittiin ainoaksi tilastollisesti merkitseväksi virhetyypiksi näppäimistöjen välillä. Pystyasennossa olevan iPadin näppäimistöllä kirjoittaessa esiintyi selvästi vähemmän lisäsvirheitä kuin vaakasuunnassa olevan iPadin ja netbookin näppäimistöillä. Chaparron ja muiden mukaan tutkimuksessa oli useita rajoituksia, joita voitaisiin käsitellä tulevaisuudessa. Ensinnäkin, kyseinen tutkimus suoritettiin laboratoriossa, jossa näppäimistöt sijoitettiin riittävän korkuiselle pöydälle. Virheitä luultavasti esiintyisi enemmän kun laitteita käytettäisiin todellista käyttötilannetta paremmin vastaavassa mobiilissa ympäristössä. Toiseksi, tutkimuksessa tutkittiin iPadin ensimmäisen käyttökerran kirjoitusnopeutta. Ei ole tiedossa, kuinka nopeasti käyttäjät kykenisivät kirjoittamaan riittävän harjoittelun jälkeen, ja kuinka tämä vertautuisi heidän tyyppilliseen kirjoitusnopeuteen fyysisellä näppäimistöllä. Kolmanneksi, iPad ei tarjoa tuntopalautetta kirjoitettaessa. Se saattaisi vaikuttaa kirjoitusnopeuteen. Lisäksi tutkimuksessa käytettiin sekuntikelloa ajanotossa, mikä ei ole yhtä tarkka tapa kuin ohjelmallinen ajanotto.

2.1.2. Jaettu QWERTY

Vuosien varrella fyysisestä näppäimistöstä on tehty monia variantteja. Eräs yleinen variantti on kahteen osaan jaettu ja osat toisiinsa loivan v-kirjaimen muodossa yhdistävä aakkoset ja numerot

sisältävä näppäimistön pääosa. Näiden jaettujen QWERTY-näppäimistöjen suunnittelun tavoitteena on ollut parantunut fyysinen ergonomia, jonka seurauksena kirjoitusasento on miellyttävämpi ja ranteiden ja kyynärhermojen (*ulnar nerve*) rasitus pienempi [Marklin & Simoneau, 1999]. Myös tablettien tekstinsyötössä on otettu huomioon ergonomia ja ihmisen anatomiset rajoitukset. Kun tablettia pidetään molemmissa käsissä, käyttäjän peukalot eivät yletä kauas laitteen reunoista, joten niiden toiminta-alue (*functional area of the thumb*) ei ole kovin suuri, mikä tekisi yhdistetyllä näppäimistöllä kirjoittamisesta vaikeaa. Useimmissa tableteissa on oletuksena mahdollista jakaa koko näytön levyinen QWERTY-näppäimistö kahteen osaan (*split keyboard, thumb keyboard, ergonomic keyboard*) niin, että näppäimistön osat ovat näytön vasemmassa ja oikeassa reunassa. Kuvassa 2 on esimerkki Applen iPad -tabletin jaetusta QWERTY-näppäimistöstä. Seuraavassa luvussa esitellään KALQ-näppäimistö, joka on suunniteltu erityisesti kahden peukalon tekstinsyöttöön tableteilla.



Kuva 2. Apple iPadin jaettu näppäimistö

2.1.3. KALQ

KALQ on kosketusnäyttölaitteille kehitetty jaettu näppäimistö, joka on suunnattu erityisesti tableteille ja suurille älypuhelimille, joita usein käytetään kahdella peukalolla. KALQ on saatavana ilmaisena sovelluksena Android-älypuhelimille ja -tableteille. KALQ:n kehittivät St Andrews

yliopiston, Max Planck -instituutin ja Montana Tech yliopiston tutkijat vuonna 2013. Sen kehittäjien tavoitteena on ollut parantaa aikaisempia kahden peukalon tekstinsyöttömenetelmiä, joilla Oulasvirran ja muiden mielestä oli saavutettu suhteellisen alhaisia kirjoitusnopeuksia [Oulasvirta et al., 2013].

KALQ:n suunnittelu perustuu sen kehittäjien tekemiin tutkimuksiin. Näppäinten koko (9,9 mm), näppäimistön muoto ja sijainti määriteltiin tutkimalla ensin käyttäjien kahden käden otetta laitteesta. Sitten näppäimille annettiin kirjaimet laskennallisesti käyttämällä kahden peukalon kirjoittamisen mallia. KALQ-näppäimistö on 5,6 miljoonan iteraation ja näppäimistöasettelun virittelyn tulos. Sen ennustettu tekstinsyöttönopeus on 49 sanaa minuutissa [Oulasvirta et al., 2013].

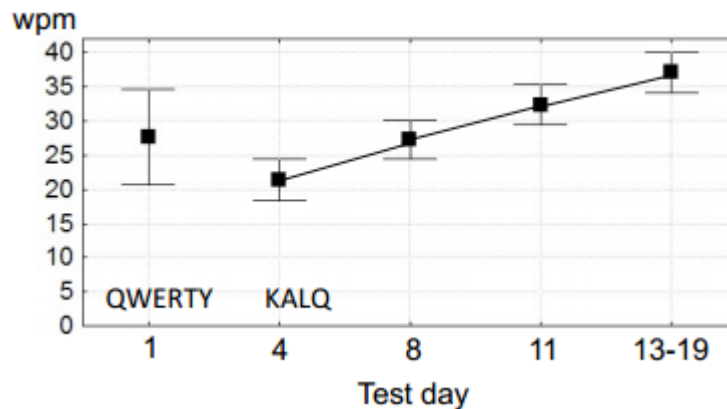
Koska kosketusnäytöt eivät mahdollista peukalon lepuuttamista seuraavan näppäimen päällä sillä aikaa kun toinen peukalo liikkuu, KALQ-näppäimistön asettelulla on pyritty minimoimaan peukaloiden liikkuma etäisyys ja maksimoimaan peukaloiden vuorottelu. Englannin kielessä oikea peukalo tekee noin 54 % ja vasen 46 % kirjoitustyöstä. Peukaloiden vuorottelu on nopeaa, sillä 62 % näppäinpainalluksista edellyttää vaihtoa, ja niiden liikkumat etäisyydet lyhyitä. Oikealla peukalolla kirjoitetaan kaikki englannin kielen vokaalit lukuun ottamatta y:tä. Vokaalit on ryhmitelty välilyöntinäppäimen ympärille (ks. kuva 3), mikä mahdollistaa nopeat peukaloiden vaihdot ja minimoi liikkumaetäisyydet. Vasemmalla peukalolla on suurin osa konsonanteista ja sanojen ensimmäisistä kirjaimista, joten se voidaan siirtää seuraavan painikkeen päälle nopeasti. KALQ-asettelusta puuttuu mm. askelpalautin-, vaihto- ja pistenäppäimet sekä muita erikoisnäppäimiä, jotka kehittäjien mukaan voitaisiin lisätä näppäimistön oikealle puolelle ilman, että ote laitteesta muuttuu [Oulasvirta et al., 2013]. KALQ on optimoitu englanninkielelle, joten näppäimistöä puuttuu kirjaimet å, ä ja ö. Tulevaisuudessa nämä vokaalit voitaisiin lisätä oikealla puolella olevaan tyhjään tilaan skandinaavisessa KALQ-asettelussa.



Kuva 3. KALQ tabletissa [KALQ Homepage, 2014]

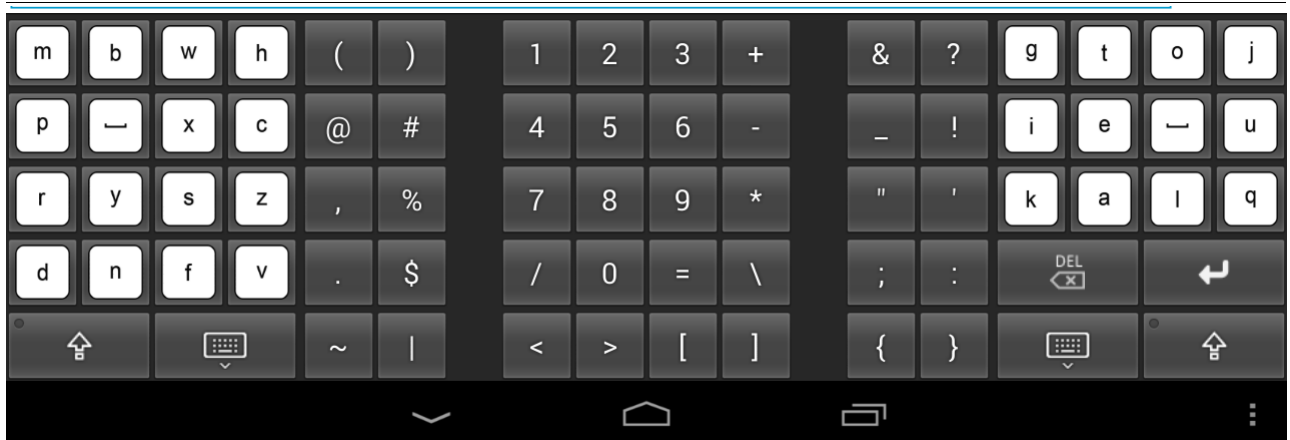
Oulasvirran ja muiden suorittamassa pitkittäistutkimuksessa kuusi käyttäjää suoritti keskimäärin noin 16,8 tunnin harjoitusohjelman, jonka tavoitteena oli totuttaa käyttäjät KALQ-näppäimistön asetteluun ja käyttöön. Tutkimuksessa käytettiin 7,7 tuuman Samsung Galaxy Tab -tablettia. Harjoitteluohjelman aikana suoritettiin kuusi testiä (ks. kuva 4), joista ensimmäinen oli QWERTY-näppäimistöllä suoritettava lähtötasotesti, ja lopuilla testeillä seurattiin kehittymistä KALQ-näppäimistön käytössä.

Harjoitteluohjelman lopussa käyttäjät saavuttivat KALQ:n kirjoitusnopeudeksi keskimäärin 37,1 sanaa minuutissa ja virhesuhteeksi 5,2 % (*character error rate, cer*), joka laskettiin käyttämällä Damerau-Levenshtein-etäisyyttä. Täysilevyisellä QWERTY-näppäimistöllä vastaavat tulokset olivat 27,7 WPM ja 9,0 %. Ero on tilastollisesti merkitsevä. Toisaalta Oulasvirta ja muut huomauttavat, että kirjoitusnopeudet eivät ole suoraan verrattavissa johtuen otosten ja harjoitusmenetelmien eroista [Oulasvirta et al., 2013]. Osallistujilla ei ollut juurikaan aikaisempaa kokemusta tableteilla kirjoittamisesta, ja vain yksi heistä hallitsi kymmensormijärjestelmän. Harjoitusohjelman aikana he käyttivät QWERTY-näppäimistöä vain kerran (ks. kuva 2) ja KALQ-näppäimistöä paljon useammin. Vaikka QWERTY-asettelu olisikin entuudestaan tuttu, uudella laitteella ja tekniikalla kirjoittaminen vaatii aina harjoittelua ja totuttelua. Jos osallistujat olisivat harjoitelleet yhtä paljon QWERTYllä kirjoittamista kuin KALQ:lla, erot näppäimistöjen välillä saataisivat olla pienemmät. Lisäksi tutkimuksessa verrattiin KALQ-näppäimistöä täysilevyiseen QWERTY-näppäimistöön, ei jaettuun QWERTY-näppäimistöön, joka olisi samankaltaisempi KALQ:n kanssa, sillä molemmat on suunnattu kahden peukalon tekstinsyöttöön.



Kuva 4. Tekstinsyöttönopeuden edistyminen harjoitteluohjelman aikana [Oulasvirta et al., 2013]

KALQ-näppäimistöä on sittemmin päivitetty. Kirjainten asettelu on pysynyt näppäimistössä entisellään, mutta siihen on lisätty mm. numeronäppäimistö, paljon erikoismerkkejä, askelpalautin sekä vaihto ja kumoa -näppäimet (ks. kuva 5).

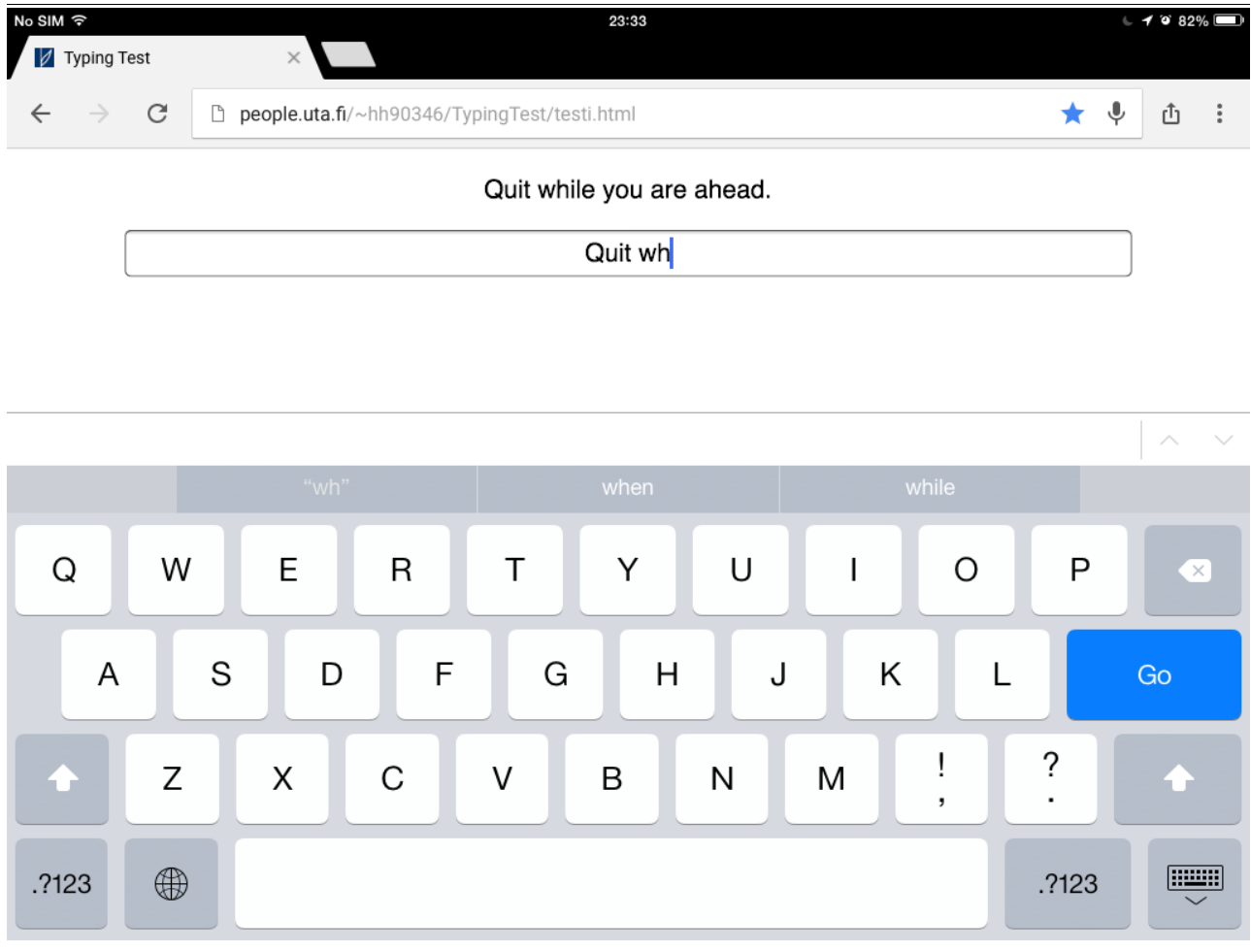


Kuva 5. Uusi KALQ [KALQ - Google Play, 2014]

2.1.4. QuickType

17.9.2014 julkaistu Applen iOS 8 käyttöjärjestelmäpäivitys on Applen mukaan tuonut mukanaan eniten muutoksia näppäimistöön sitten ensimmäisen iPhoneen julkaisun. Päivitys mahdollisti ensimmäistä kertaa kolmannen osapuolen näppäimistön sovellusriippumattoman käytön. Päivityksen yhteydessä Apple julkaisi myös oman uuden näppäimistön nimeltään QuickType. Se yrittää ennustaa käyttäjän kirjoittamaa tekstiä ja näyttää samanaikaisesti kolme vaihtoehtoista sanaa tai sanayhdistelmää (ks. kuva 6). Ennustuksissa otetaan huomioon käyttäjän kirjoitushistoria ja

kirjoitustyyli. Apple mukaan se ottaa huomioon sekä viesteissä käytetyn rennon että muodollisen kirjoitustyylin [QuickType Homepage, 2015].

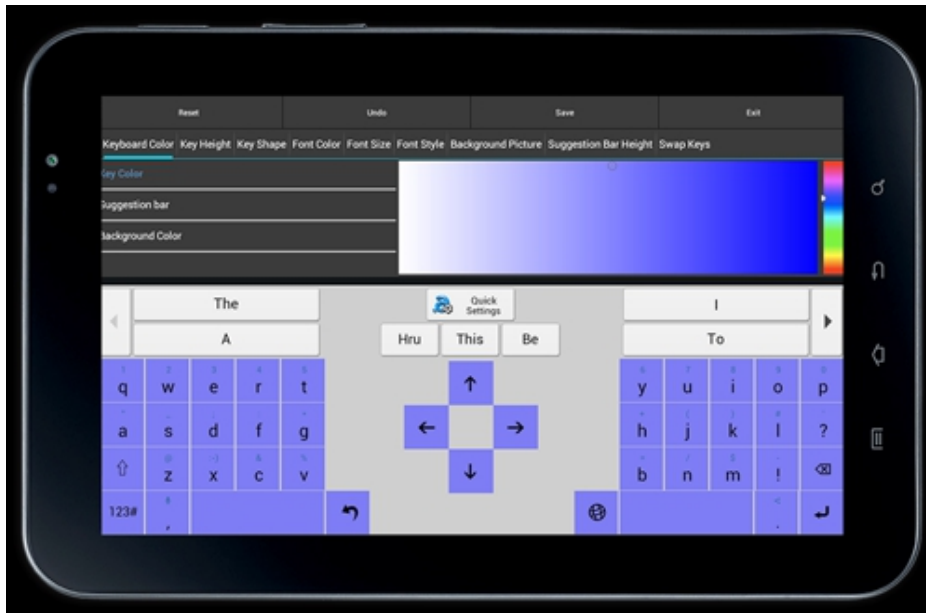


Kuva 6. Kuvakaappaus Applen QuickType näppäimistöstä

2.1.5. Adaptxt

Adaptxt on KeyPoint Technologies -nimisen yrityksen kehittämä ennustava tekstinsyöttösovellus. Se on saatavana Android, Symbian ja Windows Mobile alustoille. KeyPointin mukaan Adaptxt:n tablettsovellus kehitettiin yksinomaan tableteille [Adaptxt Homepage, 2014]. Kuten SwiftKey, Adaptxt tekee sanaehdotuksia jo ennen kuin käyttää alkaa kirjoittaa. Se oppii käyttäjän kirjoitustyylin ja tekee ehdotuksia kontekstista riippuen. Adaptxt tarjoaa tableteille yhdistetyn sekä jaetun QWERTY-asettelun, joiden välillä voi siirtyä pika-asetusnäppäimen (*quick settings*) kautta tai ravistelemalla tablettia. ATR (*Automatic Text Replacement*) -ominaisuuden avulla käyttäjä voi luoda oikopolkuja usein käytetyille sanoille ja lauseille. Adaptxt sisältää laajat

kustomointimahdollisuudet. Käyttäjä voi valita värin, koon ja tyylin jokaiselle näppäimistön elementille (ks. kuva 6).

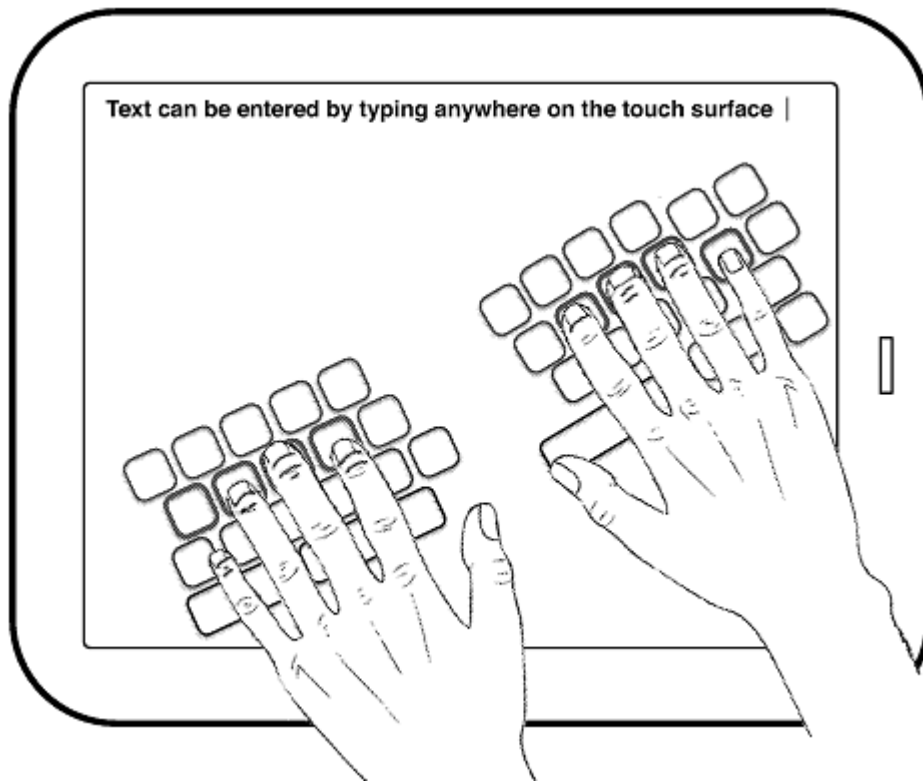


Kuva 7. Adaptxt-kustomointi [Adaptxt Homepage, 2014]

Tällä hetkellä Adaptxt tukee 81 kieltä ja viiden sanakirjan samanaikaista käyttöä. Lisäksi käyttäjän on mahdollista ladata lisäosina saatavia erikoissanakirjoja, jotka tarjoavat eri alojen, kuten lääketieteen, lain, talouden ja tietotekniikan erikoissanastoa [Adaptxt Homepage, 2014].

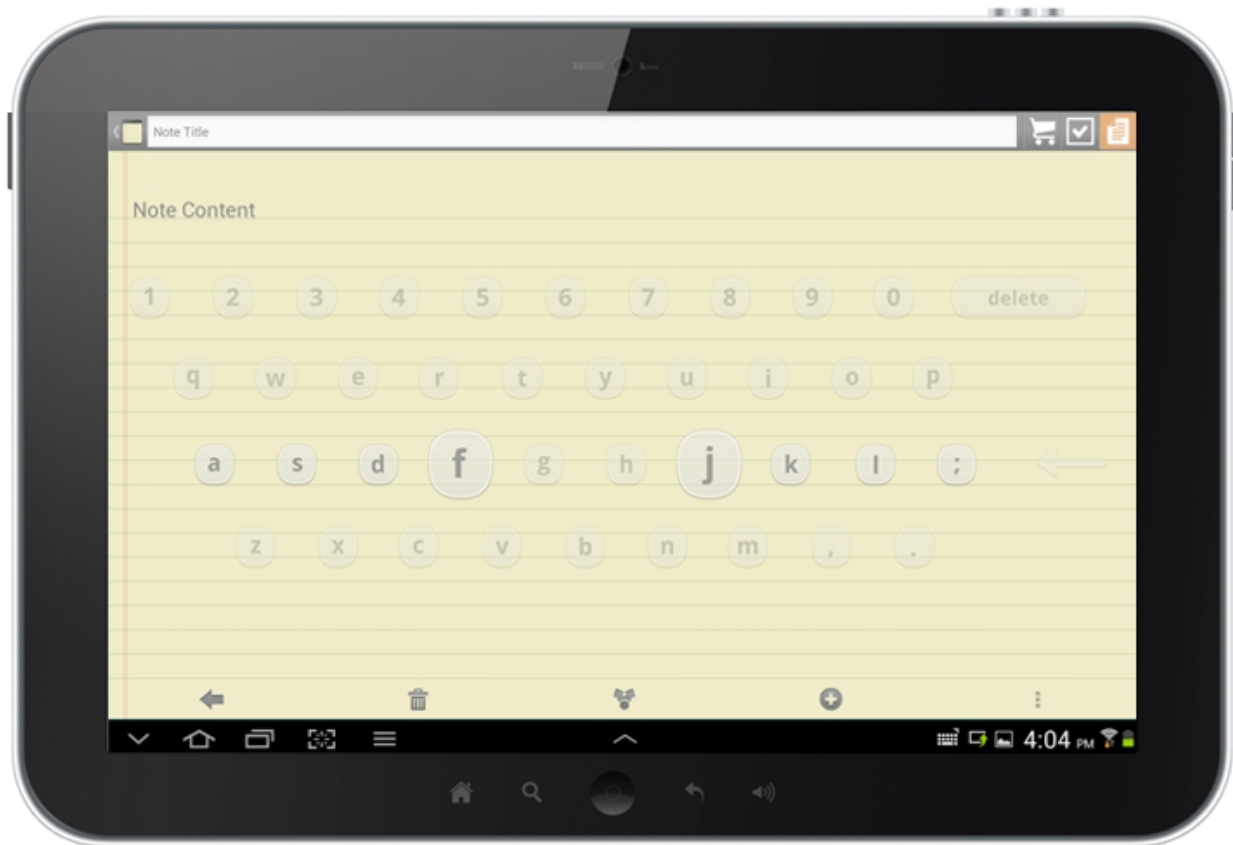
2.1.6. Dryft

Toisin kuin fyysiset näppäimistöt, tablettien standardit virtuaalinäppäimistöt eivät mahdollista sormien lepuuttamista näppäimistön päällä, vaan se tunnistetaan tekstin syöttämisenä. Tämä väistämättä tekee kirjoittamisesta raskaampaa ja hidastaa tekstinsyöttönopeutta. Dryft-näppäimistön patentoitu [Dryft Patent, 2013] ”touch tap” teknologia tunnistaa, kirjoittaako käyttäjä vai lepuuttaako hän vain sormia näppäimistön päällä. Touch tap on toteutettu hyödyntämällä laitteen kosketussensoria ja kiihtyvyysanturia (engl. *accelerometer*), mikä tunnistaa laitteen värähdyksen eli näppäinpainalluksen. Dryftin keskeisin ominaisuus on kuitenkin sen patentoitu dynaaminen näppäimistö, joka tunnistaa käyttäjän sormien sijainnit näytöllä. Näppäimistön keskimmäisen vaakarivin näppäimet (*home row keys*) sijoittuvat automaattisesti käyttäjän sormien sijainnin perusteella (ks. kuva 8).



Kuva 8. Dryftin dynaaminen näppäimistö [Dryft Patent, 2013]

Näppäimistö ilmestyy näkyviin vain silloin kun käyttäjä asettaa sormensa laitteen näytölle. Dryft on ulkoasultaan osittain läpinäkyvä (ks. kuva 9). Fyysisissä näppäimistöissä kirjaimien F ja J painikkeissa on usein jonkinlainen kohouma, jotta käyttäjä voi löytää etusormien oikeat sijainnit katsomatta näppäimistöön. Dryft-näppäimistöissä F ja J näppäimet ovat hieman muita näppäimiä isompia. Dryftin kolmas komponentti on sen monia kieliä tukeva älykäs kielenmallintaminen, joka minimoi virheet ja mukautuu käyttäjän kirjoitustyyliin [Dryft Homepage, 2014].



Kuva 9. Dryft [Dryft Homepage, 2014]

Dryft ei ole saatavilla tällä hetkellä. Dryftiä on ollut perustamassa luvussa 2.2.4 esitellyn Swypen toinen perustaja Randal Marsden. Hänen mukaansa [Marsden, 2013] Dryft pyritään teknisistä syistä julkaisemaan yhdessä laitteen kanssa, ei sovelluskaupasta ostettavana sovelluksena. Marsdenin mukaan laitteen pitää olla riittävän tarkka, jotta Dryft toimisi. Marsdenin mukaan Dryft mahdollistaa jopa 80 sanan minuuttinopeuden.

Dryftin kaltainen virtuaalinäppäimistö voisi erittäin hyödyllinen näkövammaisille käyttäjille, joille QWERTY-asettelu on tuttu. Käyttäjän ei välttämättä tarvitse tietää näppäimistön tarkkaa sijaintia, koska näppäimistö on käyttäjän olettamassa sijainnissa. Lisäksi, sormien pitämistä näppäimistön päällä ei tulkita syötteenä. Dryftistä voisi tehdä kuitenkin käyttäjäystävällisemmän näkövammaisille käyttäjille lisäämällä auditiivisen palautteen, joka ”puhuisi” ääneen käyttäjän syöttämät merkit.

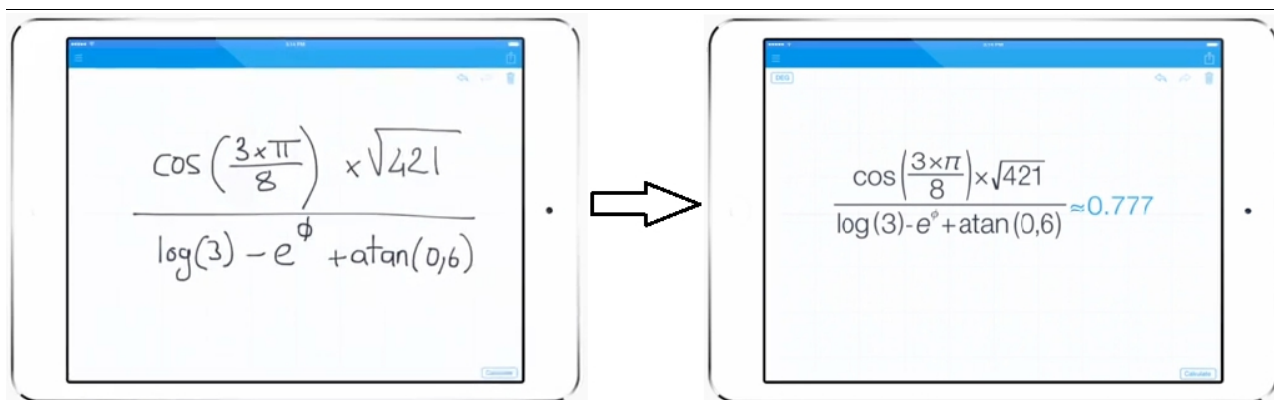
2.2. Styluspohjainen tekstinsyöttö

Näppäimistö- ja styluspohjaiset kirjoitusmenetelmät ovat Swypen myötä yhentyneet, joten on syytä käsitellä myös piirtopohjaisia menetelmiä. Styluspohjaisessa tekstinsyötössä tekstiä syötetään

käsinkirjoittamalla sormenpäästä tai osoitinkynää (stylus) käyttäen. Mikäli käsinkirjoitettu teksti halutaan muuttaa digitaaliseksi tekstiksi, edellyttää se sovellukselta hyvää käsialantunnistusta, jotta digitaalinen muste (*digital ink*) voidaan muuntaa mahdollisimman virheettömästi digitaaliseen esitysmuotoon. Tämä on edelleen suuri kompastuskivi käsinkirjoitussovelluksissa, minkä vuoksi käsinkirjoitus on useimmiten näppäimistöperusteista tekstinsyöttöä hitaampaa ja virhealttiimpaa. Toinen erityisen tärkeä ominaisuus käsinkirjoitussovelluksissa on ”kämmenen hylkääminen” (engl. *palm rejection*), eli käyttäjä voi pitää ja liikuttaa kättä kosketusnäytön pinnassa ilman, että sitä tulkitaan syötteenä. Tämä mahdollistaa käyttäjälle luonnollisen tavan kirjoittaa. Käsinkirjoitus kosketusnäytölaitteilla on yleisempää maissa, joissa on käytössä logografinen kirjoitusjärjestelmä, kuten Japanissa, Kiinassa ja Koreassa, kuin maissa joissa käytetään latinalaisia merkkejä. Joitakin tabletteja, kuten esimerkiksi Applen iPadia ei ole suunniteltu styluskirjoittamiseen.

2.2.1. MyScript

MyScript on Vision Objects -nimisen yrityksen omistama brändi, joka sisältää moniin tarkoituksiin soveltuvia käsinkirjoitussovelluksia. MyScriptin toteutuksessa on hyödynnetty tekoälyä, hahmontunnistusta, koneoppimista ja luonnollisen kielen käsittelyä. MyScriptin teknologia on saatavana Windows, iOS, Mac, Linux ja Android alustoille. Vision Objectsin mukaan MyScript yhdistää käsinkirjoituksen mukavuuden ja tekstinkäsittelyn kehittyneet ominaisuudet. Käyttäjä voi esimerkiksi suorittaa hakuja käsinkirjoitetusta tekstidokumenteista ja muokata tekstiä reaaliaikaisesti, käyttämällä luonnollisia merkintätapoja, kuten ylipyyhkimistä ja tekstin lisäystä jne. MyScript tunnistaa myös monimutkaisia matemaattisia yhtälöitä ja geometrisia kuvioita, muuntaa symbolit, numerot ja kuvat digitaaliseksi informaatioksi ja laskee tuloksen (ks. kuva 9). Se oppii käyttäjän kirjoitustyylin, jotta se voi antaa luotettavampia tulkintoja [MyScript Homepage, 2014].



Kuva 10. MyScript [MyScript Homepage, 2014]

MyScript tukee tällä hetkellä kaunokirjoitusta 64 kielellä ja painokirjaimia 97 kielellä 11 eri kirjaimistolla mukaan lukien kiina, japani, heprea ja kyrillinen kirjaimisto [MyScript Homepage, 2014].

2.2.2 Penultimate

Penultimate on Evernote Corporation -nimisen yrityksen kehittämä käsinkirjoittamiseen ja piirtämiseen tarkoitettu sovellus Applen iPadille. Se on yksi Evernote-muistiinpanosovellukseen integroituvista lisäosista. Penultimaten tavoitteena on siirtää kynän ja paperin luonnollinen käyttökokemus iPadille (ks. kuva 10). Se tuottaa luonnollisen näköistä kynän piirtojalkeä, ja kämmenen hylkääminen mahdollistaa käden lepäämisen kosketusnäytön päällä. Sovellus tarjoaa kolme maksutonta paperityyppiä: tyhjä paperi, viiva-, ja ruutupaperi. Lisäksi sovellukseen on saatavana monia maksullisia paperityyppikokoelmia. Penultimatessa ei ole käsialantunnistusta, joten käsinkirjoitetun tekstin muuttaminen digitaaliseksi tekstiksi ei ole mahdollista.



Kuva 11. Penultimate [Penultimate iTunes, 2015]

Adonit-niminen yritys kehitti yhdessä Evernoten kanssa Jot Script styluksen (ks. kuva 11) Penultimate sovellusta varten.

2.2.3. Swype

Swype on elekirjoitusnäppäimistö, joka julkaistiin huhtikuussa 2013. Swypen hyödyntämä teknologia mainittiin ensimmäisen kerran SHARK (Shorthand-Aided Rapid Keyboard) nimellä vuonna 2002 Kristenssonin tutkielmassa [Kristensson, 2002]. Myöhemmin järjestelmä tunnettiin nimellä ShapeWriter. Sen teknologia mahdollisti nopean tekstinsyötön kosketusnäyttöpuhelimilla. Käyttäjä voi syöttää sanan painamalla sanan ensimmäistä kirjainnäppäintä QWERTY-näppäimistössä, liu'uttamalla sormeja seuraaviin kirjainnäppäimiin, ja sitten nostamalla sormen irti näytöstä sanan viimeisen kirjaimen jälkeen (ks. kuva 12). Järjestelmä tunnistaa käyttäjän syöttämän muodon hyödyntämällä hahmontunnistusta. Kristenssonin mukaan sanojen muodot jäävät vähitellen käyttäjän lihasmuistiin harjoittelun myötä.

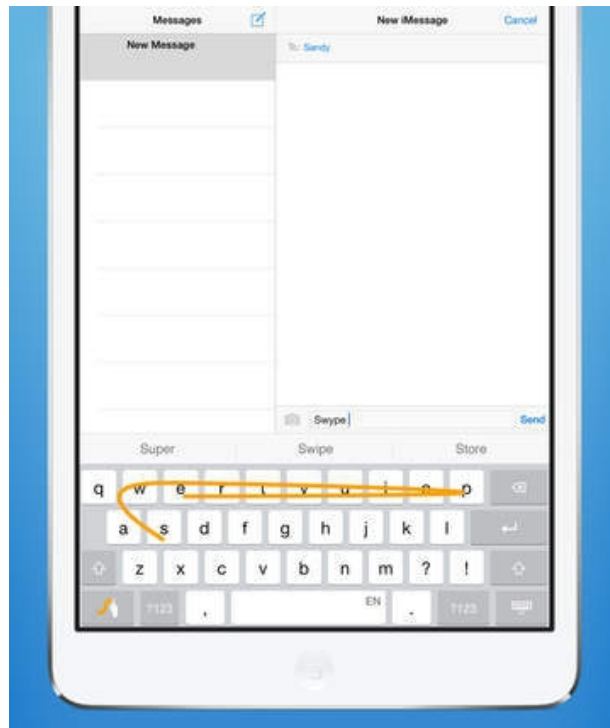
Kristenssonin ja Zhain [2012] mukaan ShapeWriterin eleen tunnistus suoritetaan tunnistamalla korkeimman todennäköisyyden omaava sana, joka sopii käyttäjän syöttämään eleeseen. Haku hyödyntää kahden mallin arvioita – ele ja kieli. Hakuongelma voidaan ilmaista kaavalla:

$$\hat{W} = \arg \max P(G|W) P(W)$$

Kaavassa todennäköisyys $P(G|W)$ kuvastaa elemallia ja todennäköisyys $P(W)$ kielimallia. Haun tulos on näiden kahden mallin tulo. Periaatteessa käyttäjän piirtämää elettä verrataan kaikkiin sanastosta löytyvien sanojen ele-esityksiin. Käytännössä suurin osa sanaston sanoista vastaa erittäin epätodennäköisesti käyttäjän tarkoittamaa sanaa. Reaaliaikaisen suorituskyvyn saavuttamiseksi haku rajataan todennäköisimpiin vaihtoehtoihin käyttämällä tunnettuja hakustrategioita, kuten indeksointi ja karsiminen (engl. pruning).

ShapeWriter-idea kaupallistettiin ShapeWriter Inc. -yrityksen toimesta vuonna 2008, jolloin se julkaistiin Applen AppStoressa. Toukokuussa 2010 Nuance Communications Inc. osti ShapeWriter Inc:n ja vuosi myöhemmin Swype Inc:n. Nykyään Nuancen elekirjoitusnäppäimistö tunnetaan nimellä Swype.

Swype on sekä näppäimistö- että styluspohjainen tekstinsyöttömenetelmä. Nuancen mukaan Swype on älykäs ja oppiva tekstinsyöttömenetelmä, jolla voidaan saavuttaa 40 sanan minuuttinopeus. Se päättelee mitä käyttäjä haluaa kirjoittaa perustuen käyttäjältä opittuun tapaan käyttää tiettyjä sanoja yhdessä. Se myös joukkoistaa ja päivittää sanakirjoja viimeisimpien trendien mukaan. Swype tulkitsee eleen ja päättelee käyttäjän tarkoittaman sanan, ja ehdottaa myös muita vaihtoehtoisia sanoja. Kun käyttäjä nostaa sormen tai osoitinkynän näytöltä, Swype lisää tekstiin välilyönnin. Kun sanassa on kaksi samaa kirjainta peräkkäin, käyttäjä voi piirtää pienen silmukan näppäimen päällä. Swype sisältää kolme tableteille suunnattua näppäimistöä: laajennettu QWERTY-näppäimistö, pieni ja siirrettävä näppäimistö sekä jaettu näppäimistö [Swype Homepage, 2014].



Kuva 12. Swype iPadissä [Swype iTunes, 2015]

Castellucci ja MacKenzie vertasivat QWERTY-näppäimistöä ja Swypea Android-älypuhelimessa, jossa on neljän tuuman kosketusnäyttö. QWERTY-näppäimistön tekstinsyöttönopeus oli keskimäärin 21,4 WPM ja Swypen 17,4 WPM. Ero on tilastollisesti merkittävä [Castellucci & MacKenzie, 2011].

Bartha ja Nguyen tekivät samankaltaisen tutkimuksen tableteilla [Bartha & Nguyen, 2012]. Tutkimuksessa verrattiin Swypen ja QWERTY-näppäimistön korjattua kirjoitusnopeutta (*adjusted words per minute, adjWPM*), joka laskettiin seuraavasti: $(\text{WPM} - (\{\text{Sanat} - \text{Virheet}\} \times [60/\text{Sekunnit}]$). Lisäksi tutkimuksessa mitattiin virheiden esiintymistä (virheitä per sana) sekä käyttäjien mieltymystä. Ennustusalgoritmista ei havaittu olevan hyötyä näppäilyssä, joten se kytkettiin pois päältä myös Swypesta. Testiin osallistui 14 osallistujaa, 12 miestä ja 2 naista. Osallistujilta edellytettiin vähintään keskitasoista tai parempaa elekirjoitustaitoa Swypen kaltaisella näppäimistöllä. Swype-näppäimistöllä kirjoitettiin kahdella eri tavalla, näppäilemällä ja elekirjoittamalla. Tutkimuksessa käytettiin HP Slate 2 taulutietokonetta, jossa on 8,9 tuuman näyttö. Testit suoritettiin sekä laitteen pysty- että vaakasuunnassa, ja sekä pienellä että laajennetulla näppäimistöllä. Virheiksi luokiteltiin väärinkirjoitetut sanat, joista puuttui tai jotka sisälsivät vääriä merkkejä. Tekstinsyöttönopeudessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja näppäilyn ($M=12,54$ WPM) ja elekirjoituksen ($M=12,36$ WPM) välillä. Merkittäviä eroja ei havaittu

tekstinsyöttömenetelmien välillä, ja vain laitteen orientaatiolla havaittiin olevan vaikutusta kirjoitusnopeuteen. Suurin kirjoitusnopeus, 14,54 WPM, saavutettiin Swypella laitteen vaakasuunnassa laajennetulla eli suurimmalla mahdollisella virtuaalinäppäimistöllä. Vastaava luku tavallisella näppäimistöllä oli 13,22 WPM. Virheiden määrään vaikutti merkittävästi vain tekstinsyöttömenetelmän ja laitteen orientaation välinen vuorovaikutus. Tästä huolimatta käyttäjät pitivät Swypea merkittävästi parempana kaikissa laitteen orientaatioissa ja näppäimistöjen koissa [Bartha & Nguyen, 2012].

Swype suunniteltiin alun perin älypuhelimille, joiden tekstinsyöttöön se sopii erinomaisesti. Yhden sormen tekstinsyöttöön tarkoitettu Swype ei välttämättä kuitenkaan sovellu yhtä hyvin tableteille, joita pidetään yleensä kahdella kädellä. Yhdellä kädellä kirjoittaminen aiheuttaa väsymystä laitetta kannattelevassa kädessä ja isommalla näytöllä näppäinten väliset etäisyydet ovat pitkiä, etenkin jos laite on vaakasuunnassa. Truong ja hänen kollegansa vertasivat Swypea kehittämäänsä kahden peukalon elekirjoittamiseen (2-Thumb Gesture, 2TG) tabletilla. 2TG:llä käyttäjä voi piirtää molemmilla peukaloilla eleitä kirjainten yhdistämiseksi (ks. kuva 13). Truongin ja muiden mukaan 2TG:n tekniikan oppiminen ja käyttö on verrattavissa kaupallisen Swypen tekniikkaan käyttäjillä, joilla ei ollut aiempaa kokemusta kummastakaan. 2TG:n kirjoitusnopeus (24,43 WPM) ei kuitenkaan ylittänyt Swypen kirjoitusnopeutta (32,4 WPM) [Truong et al., 2013].



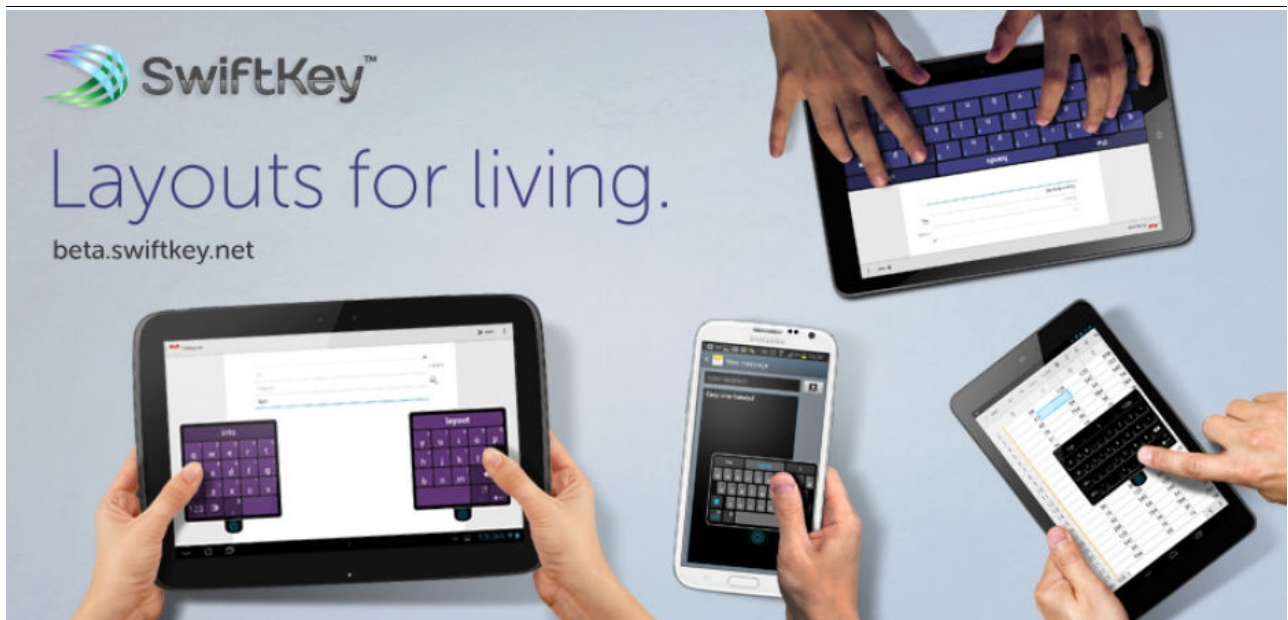
Kuva 13. 2-Thumb Gesture tabletissa [Truong et al., 2013]

Toisen Swypen perustajan, Randal Marsdenin mukaan Swypella saavutetaan maksimissaan 40-45 sanan minuuttinopeus tableteilla. Hän muistuttaa, että useimmat ihmiset pystyvät kirjoittamaan nopeammin perinteisellä näppäimistöllä [Marsden, 2013]. Marsden on ollut mukana kehittämässä tableteille paremmin sopivaa Dryft näppäimistöä, joka esiteltiin luvussa 2.1.6.

2.2.4. SwiftKey

SwiftKey on Jon Reynoldsin ja Ben Medlockin kehittämä alunperin Android-laitteille suunnattu älykäs virtuaalinäppäimistö, joka julkaistiin 17.9.2014 myös Applen laitteille iOS8-käyttöjärjestelmän yhteydessä. Tällä hetkellä SwiftKey on samannimisen yrityksen lippulaivatuote. Yrityksen mukaan SwiftKey hyödyntää tekoälytekniikoita ennustamaan sanan, jonka käyttäjä haluaa kirjoittaa ennen kuin käyttäjä on kirjoittanut yhtäkään kirjainta [SwiftKey Homepage, 2014]. SwiftKey on älykäs, koska se oppii käyttäjän aikaisemmin kirjoittamista teksteistä.

20. helmikuuta 2013 julkaistiin SwiftKey-päivitys, SwiftKey 4, joka sisältää mm. Swypen kaltaisen Flow-nimisen elekirjoitusominaisuuden reaaliaikaisilla ennustuksilla. Käyttäjä voi kirjoittaa jopa kokonaisia lauseita nostamatta välillä sormeja näytöltä. Lisäksi käyttäjän on mahdollista varmuuskopioida ja synkronoida oma kirjoituskäyttäytymisensä ja -tyylinsä SwiftKey Cloud-ominaisuuden ansiosta ja hyödyntää niitä laitteesta riippumatta. Kirjoitustavan personalisointi parantaa sovelluksen tarjoamia ennustuksia, kun se oppii, mitkä sanat ja lauseet ovat käyttäjälle tärkeitä. SwiftKeyn versio 4.3 yhdistää aiemmin erillisinä julkaistut tablet- ja puhelinsovellukset yhdeksi, koska yrityksen mukaan tablettien pienetessä ja puhelinten kasvaessa, laitetyyppien välinen ero ei ole enää yhtä selvä. Medlockin mukaan laajat näppäimistön kustomointimahdollisuudet (ks. kuva 14) poistavat tarpeen erillisille sovelluksille, koska käyttäjä voi siirrellä näppäimistöä haluamaansa kohtaan [Lomas, 2013].



Kuva 14. SwiftKey v4.3 näppäimistöasetteluja [Lomas, 2013]

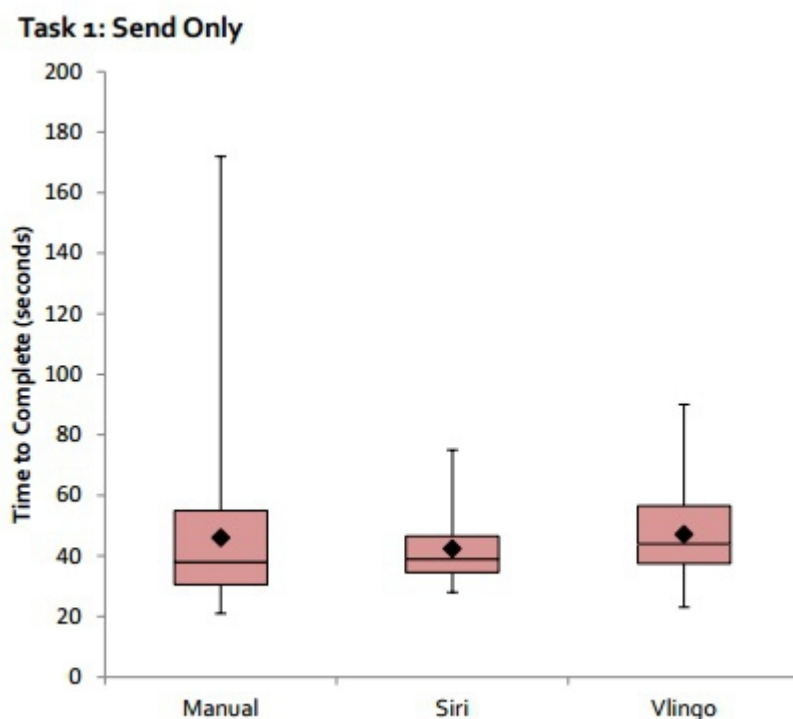
SwiftKey 4.3 sisältää kolme näppäimistömoodia: täysikokoinen näppäimistö (full), peukalonnäppäimistö (thumb) sekä kompakti siirrettävä näppäimistö (compact), joka soveltuu hyvin mm. yhdellä kädellä/peukalolla kirjoittamiseen. SwiftKey on ollut suosituin Android-älypuhelinsovellus 57 maassa ja sen suosio on kasvamassa myös tableteissa [Barnett, 2013]. SwiftKey tukee peräti 61 kieltä ja kolmen kielen samanaikaista käyttöä.

2.3. Puhepohjainen tekstinsyöttö

Puhepohjaisessa tekstinsyötössä käytetään puheentunnistusjärjestelmää, jonka avulla tekstiä voidaan syöttää sanallisina ilmauksina. Puheentunnistustekniikka on parantunut huomattavasti viime aikoina. Nykyiset puheentunnistusjärjestelmät tekevät muutakin kuin muuttavat käyttäjän saneleman viestin tekstiksi. Niillä voidaan antaa komentoja laitteen ohjaamiseksi. Useimmissa puhepohjaisissa tekstinsyöttöohjelmissa käyttäjä joutuu puhumaan varsinaisen viestin lisäksi myös välimerkit, rivinvaihdot, kappaleenvaihdot yms. Puhepohjainen tekstinsyöttö on ja tulee luultavasti pysymäänkin vaihtoehtoisena tekstinsyöttötapana näppäimistö- ja styluspohjaisille tekstinsyöttötavoille, sillä se ei sovellu kaikkiin tilanteisiin, esimerkiksi tilanteisiin, joissa on kovaa taustamelua tai kun käyttäjä haluaa yksityisyyttä tai kun pitää ottaa huomioon kuuloetäisyyden päässä olevat muut ihmiset. Tiettyihin tilanteisiin puhepohjainen tekstinsyöttö sopii kuitenkin erinomaisesti. Tällaisia tilanteita ovat mm. viestin vastaanottaminen ja kirjoittaminen autoa ajettaessa.

Christine Yager vertasi vuonna 2013 kahta puhepohjaista tekstinsyöttöjärjestelmää, Siriä ja Vlingoa, manuaaliseen tekstinsyöttöön autolla ajettaessa [Yager, 2013]. Tällaisessa tilanteessa tekstinsyötön nopeutta tärkeämpiä tekijöitä ovat turvallisuus ja virheettömyys. Kirjoitusprosessin tulisi häiritä mahdollisimman vähän kuljettajaa, ja siksi menetelmien tulisi aiheuttaa mahdollisimman vähän virheitä, koska virheiden etsiminen ja korjaaminen on kognitiivisesti vaativaa.

Kokeessa 43 osallistujaa suoritti viisi erilaista tekstiviestitehtävää kolmessa eri tilanteessa: manuaalinen, Siri ja Vlingo. Tuloksia verrattiin lähtötilanteeseen, jossa tehtäviä ei annettu. Ensimmäisessä tehtävässä osallistujan piti ainoastaan lähettää viesti ”What are you doing tonight?”. Tehtävän suoritusajassa ei havaittu merkittäviä eroja. Keskimääräiset suoritusajat olivat manuaalisessa 45,837, Sirillä 42,256 ja Vlingolla 46,93 sekuntia. Manuaalisessa tekstiviestinlähettämisessä oli kuitenkin selkeästi enemmän hajontaa ($SD = 26,329$ sekuntia) kuin puhepohjaisissa menetelmissä (Siri: 11,84 ja Vlingo: 14,950 sekuntia). Lisäksi laatikkokaaviosta (ks. kuva 15) voidaan havaita, että puhepohjaisissa menetelmissä hitain suoritusajaksi oli selkeästi nopeampi. Puhepohjaisista menetelmistä hyötyvät siis erityisesti ne henkilöt, jotka eivät ole nopeita kirjoittamaan manuaalisella menetelmällä [Yager, 2013].

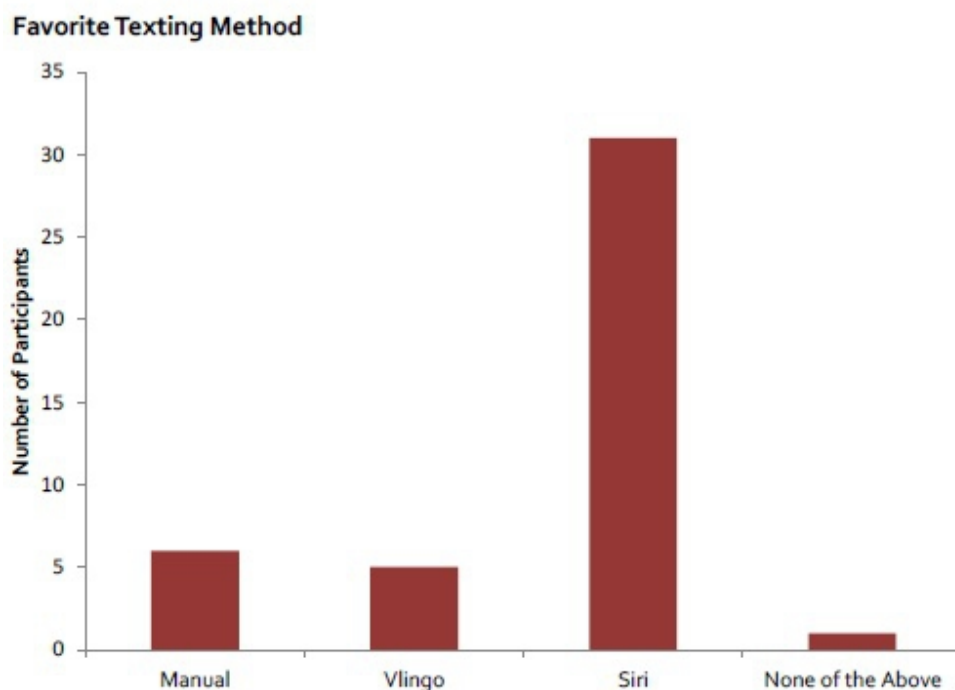


Kuva 15. Tekstiviestin lähettäminen manuaalisesti, Sirillä ja Vlingolla autolla ajaessa [Yager, 2013]

Toisessa tehtävässä osallistujien piti sekä lukea vastaanotettu viesti ("Nothing. Do you want to get together for dinner") että vastata viestillä: "Yes, where do you want to eat?". Tulosten mukaan manuaalinen menetelmä oli nopein ja ero puhepohjaisiin menetelmiin on tilastollisesti merkitsevä. Sirin ja Vlingon välillä ei ollut merkitsevää eroa. Kolmas tehtävä oli samankaltainen kuin edellinen. Osallistujien piti lukea vastaanotettu viesti ("Subway") ja vastata siihen viestillä: "Okay, what time?". Kuten tehtävässä 2, tehtävän 3 tulokset osoittivat eroja manuaalisen menetelmän ja molempien puhepohjaisten menetelmien välillä, mutta ei Sirin ja Vlingon välillä. Neljännessä tehtävässä osallistujien piti lukea viesti: "7:00PM", ja vastata siihen "See you later". Tulokset osoittivat tilastollisesti merkitseviä eroja kaikkien testitilanteiden välillä. Keskimääräinen suoritus aika oli jälleen nopein manuaalisella menetelmällä ja hitain Sirillä. Siri oli edelleen hitain ja manuaalinen nopein. Erot kaikkien testitilanteiden välillä olivat tilastollisesti merkitseviä [Yager, 2013].

Katseenseurannan avulla mitattiin, kuinka monta sekuntia keskimäärin osallistuja piti katseen tiessä minuutissa. Tulokset osoittavat, että tekstinsyöttömenetelmien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää vaikutusta katseen pitämiseen tiessä, mutta perustilanteeseen (ei kirjoittamista) verrattuna ero on merkitsevä. Tekstiviestien kirjoittaminen ajaessa vaikuttaa katseen kohdistamiseen ja vasteaikaan menetelmästä riippumatta [Yager, 2013].

Tilastollinen analyysi osoitti merkitseviä eroja tekstiviestien kirjoittamisen tarkkuudessa sekä manuaalisen menetelmän ja Sirin välillä että ja Vlingon ja Sirin välillä. Siri oli jokseenkin ylivoimainen tuottamaan vähemmän virheitä. Sirillä virheitä esiintyi keskimäärin vain yksi, Vlingolla 2,442 ja manuaalisella menetelmällä 3,674 virhettä. Useimmat osallistajat valitsivatkin Sirin mieluisimmaksi tekstinsyöttömenetelmäksi autolla ajettaessa (ks. kuva 15).



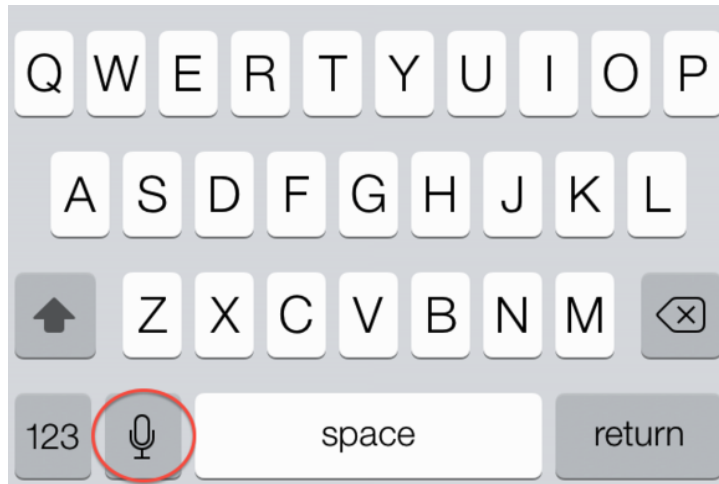
Kuva 16. Osallistujien suosikki tekstinsyöttömenetelmät [Yager, 2013].

Osallistujista tuntui kirjoittaessa vähemmän turvalliselta, mutta he ilmoittivat itsearviointinsa pitävänsä Siriä sekä Vlingoa että manuaalista menetelmää turvallisempana. Yagerin tekemä tutkimus kuitenkin osoittaa, että puhepohjaiset tekstinsyöttösovellukset eivät paranna turvallisuutta ajettaessa manuaaliseen tekstinsyöttöön verrattuna [Yager, 2013]. Tulosten luotettavuutta parantaa se, että osallistujat ajoivat kokeessa oikeaa autoa eikä simulaattoria.

2.3.1. Siri

Siri on Applen kehittämä älykäs henkilökohtainen avustaja (engl. Intelligent personal assistant). Puhepohjainen tekstinsyöttö iOS-laitteilla on vain yksi Sirin ominaisuuksista, sitä voidaan käyttää muuhunkin, mm. viestien lähettämiseen, tapaamisten sopimiseen, puheluiden soittamiseen ja tiedonhakuun. Sanelu on mahdollista iOS-laitteilla kaikissa tilanteissa, joissa voi syöttää tekstiä.

Kun käyttäjä haluaa syöttää tekstiä puhumalla, hän voi painaa mikrofonipainiketta (ks. kuva 17) ja sitten puhua haluamansa tekstin. Käyttäjän täytyy puhua selkeästi, mutta ei liian hitaasti. Jos käyttäjä haluaa sisällyttää tekstiinsä rivin- ja kappaleenvaihtoja tai välimerkkejä, kuten pilkku, piste tai väliviiva, hänen täytyy lausua ne ääneen. Käyttäjän sanelut eivät saa olla liian pitkiä, koska ne pitää lähettää palvelimelle viestin tunnistamista ja purkamista varten, joten sanelu iOS-laitteeseen edellyttää internet-yhteyttä.



Kuva 17. Mikrofonikuvake iPhone-näppäimistöissä [Macworld, 2013]

Applen mukaan Sirille voi puhua kuten ihmiselle: se ymmärtää, mitä käyttäjä tarkoittaa ja vastaa käyttäjälle näyttämällä vastauksen tekstinä, minkä lisäksi iOS:n VoiceOver-näytönlukija lukee vastauksen ääneen. Siri sopii siis erityisen hyvin näkövammaisille käyttäjille. Siri tunnistaa monia eri kieliä, mutta ei esimerkiksi suomea.

2.4. Yhteenveto tekstinsyöttönopeuksista

Tässä luvussa esiteltujen aikaisempien tutkimusten perusteella tekstinsyöttönopeudet ovat hyvin erilaisia menetelmästä riippuen. Chaparron ja muiden suorittamassa tutkimuksessa perinteisellä QWERTY-näppäimistöllä saavutettiin noin 45 sanan minuuttinopeus laitteen ollessa vaakatasossa [Chaparro et al., 2010].

Oulasvirran ja muiden tekemässä tutkimuksessa osallistujien lähtötaso KALQ-näppäimistöllä oli noin 20 WPM, mutta noin 16,8 tunnin harjoittelun jälkeen osallistujat saavuttivat sillä noin 37 sanan minuuttinopeuden [Oulasvirta et al., 2013].

Dryft-näppäimistön kehittäjät väittävät, että sillä voidaan saavuttaa jopa 80 sanan minuuttinopeus, mutta aiheesta ei ole vielä julkaistu tieteellistä tutkimusta.

Truongin ja muiden tutkimuksessa osallistujat saavuttivat tunnin harjoittelun jälkeen 24,43 sanan minuuttinopeuden 2-Thumb Gesture näppäimistöllä [Truong et al., 2013].

Toisen Swypen perustajan, Randal Marsdenin mukaan Swypella saavutetaan maksimissaan 40-45 sanan minuuttinopeus tableteilla [Marsden, 2013]. Castelluccin ja MacKenzien tutkimuksessa Swypella saavutettiin keskimäärin 17,4 sanan minuuttinopeus Android-älypuhelimella, jossa on neljän tuuman kosketusnäyttö [Castellucci & MacKenzie, 2011]. Barthan ja Nguyenin tutkimuksessa Swypeä testattiin 8,9 tuuman HP Slate 2 taulutietokoneella. Sillä saavutettiin

keskimäärin 12,36 sanan minuuttinopeus [Bartha & Nguyen, 2012]. Omassa tutkimuksessani suoritettu Swype-näppäimistön käytettävyyden mittaus oli oleellinen siksi, että eri tutkimusten koehenkilöjoukot voivat olla erilaisia taidoiltaan ja siksi tutkimusten väliset nopeusvertailut ovat hankalia. Lisäksi tässä tutkimuksessa käytettiin testilaitteena Applen iPadiä, jolla kolmennen osapuolen näppäimistöjen käyttö ei ole ollut mahdollista vielä kovin pitkään.

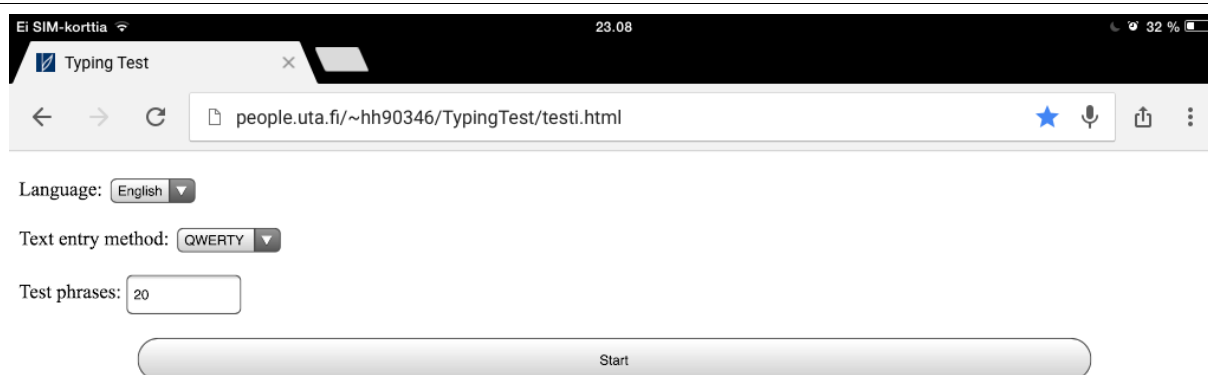
3. Testiohjelman tekninen toteutus

Tässä luvussa esitellään tässä tutkimuksessa käytetyn testiohjelman tekninen toteutus ja testiohjelmalla mitattavat metriikat.

3.1 Testiohjelma

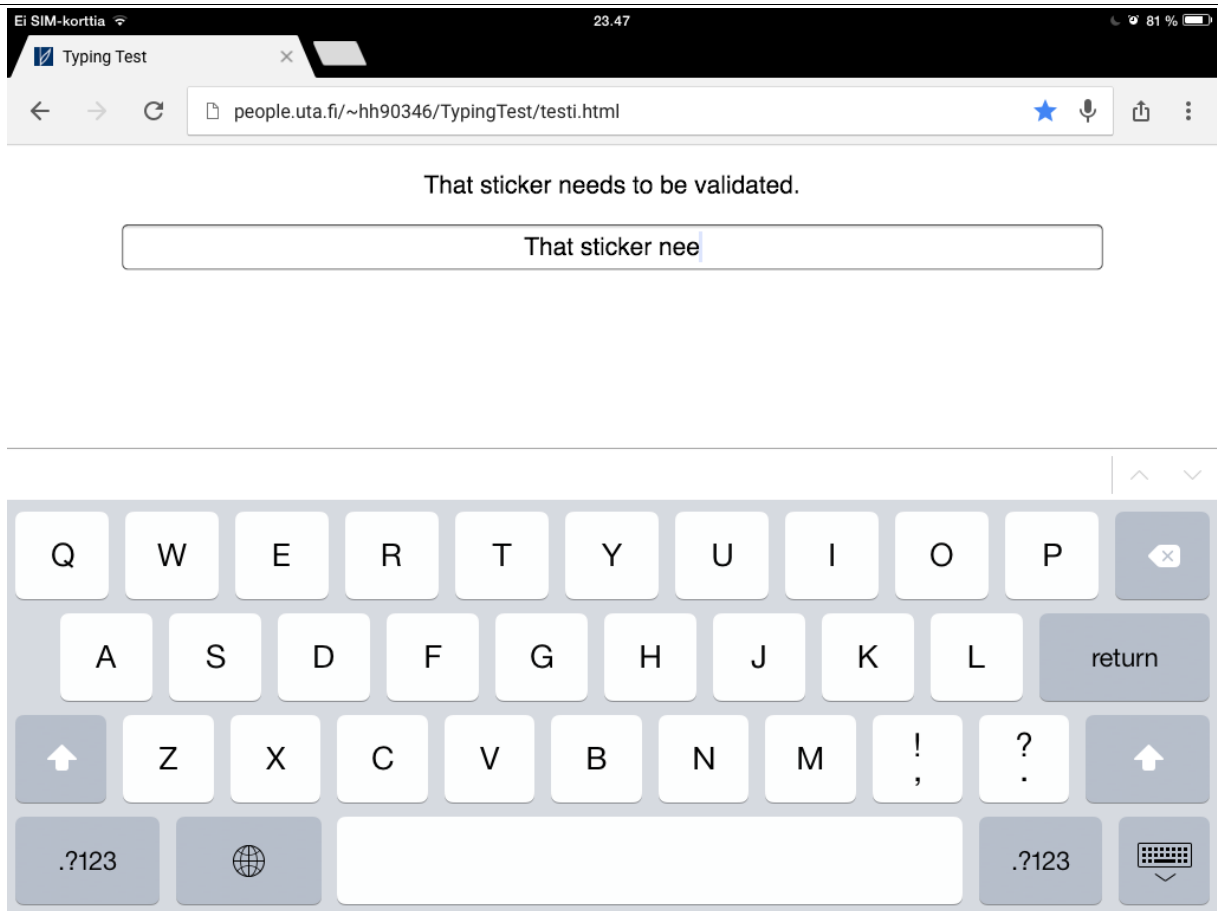
Testilauseiden kirjoittaminen, tulosten laskenta ja lokitiedostojen tallentaminen suoritettiin tätä tutkimusta varten kehitetyllä internet-sivulla. Testisivu on ohjelmoitu käyttäen CSS, HTML, JavaScript, jQuery ja PHP tekniikoita. Sivun ulkoasu on toteutettu HTML:llä ja CSS:llä. JavaScriptillä ja jQueryllä toteutettiin HTML-elementteihin liitettyjen tapahtumien käsittely, metriikoiden laskenta ja lokitekstin luonti. Lokitiedostot tallennettiin palvelimelle PHP:n avulla.

Testisivun aloitusnäkyssä valitaan kieli (suomi tai englanti), haluttu määrä testilauseita (1 – 500) ja tekstinsyöttömenetelmä (QWERTY QuickType tai Swype). Testisivu valitsee satunnaisesti englanninkielisiä lauseita (tai niiden suomennoksia) MacKenzien ja Soukoreffin julkaiseman 500 lauseen joukosta [MacKenzie & Soukoreff, 2003]. Lauseet sisältävät sekä isoja että pieniä kirjaimia. Testi alkaa painamalla ”Start”-näppäintä (ks. kuva 18).



Kuva 18. iPad kuvakaappaus testisivun aloitusnäkyä Google Chrome selaimessa.

Varsinaisessa testinäkyssä (ks. kuva 19) on vain testilause, jonka alapuolella on tekstikenttä, johon testilause kirjoitetaan. Testilauseiden lukemiseen kulunut aika ei vaikuta tuloksiin. Osallistuja voi halutessaan lukea jokaisen testilauseen niin monesti kuin hän haluaa. Ajanotto alkaa jokaisen testilauseen kohdalla ensimmäisestä näppäinpainalluksesta. Seuraavaan testilauseeseen siirtyminen tapahtuu painamalla enter-näppäintä. Kirjoitetun tekstin pituuden on kuitenkin oltava vähintään 75 % esitetyn tekstin pituudesta, jotta seuraavaan testilauseeseen siirtyminen sallittaisiin.



Kuva 19. iPad kuvakaappaus testisivun testinäkömästä.

3.2 Metriikat

Tutkimuksessa käytettiin seuraavia testisivun mittaamia metriikoita:

- Testilauseiden pituus ($\text{sum}(|P|)$): Alkuperäisten testilauseiden yhteenlaskettu pituus.
- Kirjoitetun tekstin pituus ($\text{sum}(|T|)$): Käyttäjän kirjoittamien testilauseiden vastineiden yhteenlaskettu pituus.
- Merkit (IS): Merkkien (engl. Key stroke) lukumäärä: ml. Askelpalautin.
- Correct (C): tarkoittaa kaikkia T:n merkkejä, jotka ovat oikein [MacKenzie & Tanaka-Ishii, 2007].

- Incorrect-not-fixed (INF): tarkoittaa kaikkia T:n merkkejä, jotka ovat väärin [MacKenzie & Tanaka-Ishii, 2007].
- Incorrect-fixed (IF): tarkoittaa kaikkia merkkejä, jotka poistettiin kirjoittamisen aikana [MacKenzie & Tanaka-Ishii, 2007].
- Fixed (F) tarkoittaa korjauseleiden (askelpalauttimen, delete-näppäimen, kursoriliikkeiden yms.) määrää [MacKenzie & Tanaka-Ishii, 2007].
- Aika (S). Testilauseiden kirjoittamiseen kulunut aika sekunteina.
- Virhesuhde:
 - Corrected Error Rate (CER): $(IF / (C + INF + IF)) * 100$
 - Uncorrected Error Rate (UER): $(INF / (C + INF + IF)) * 100$
 - Total Error Rate (TER): $((INF + IF) / (C + INF + IF)) * 100$
[MacKenzie & Tanaka-Ishii, 2007]
- MSD (Minimum String Distance): P ja T merkkijonojen välinen Levenšteinin etäisyys, eli kirjoitettuun tekstiin jääneiden korjaamattomien virheiden määrä. MSD:n virhesuhde saadaan jakamalla MSD esitetyn tekstin pituudella ja kertomalla se sadalla:

$$\text{MSD Error Rate} = \text{MSD} / |P| * 100$$
- Kirjoitusnopeus:
 - WPM: Sanoja minuutissa. WPM lasketaan kaavalla:

$$\text{WPM} = ((|T| - 1) / S) * 60 * 1/5$$
 T on kirjoitettu teksti, |T| on kirjoitetun tekstin pituus ja S on aika sekunteina.
- Korjaukset: Testiohjelma laskee montako korjausta käyttäjä tekee. Korjauksia on kolmea eri tyyppiä:
 - Poistot (deletions): Poistettujen merkkien lukumäärä
 - Korvaukset (substitutions): Korvattujen merkkien lukumäärä.
 - Lisäykset (insertions): Korjaavien lisäysten lukumäärä (lisäys muualle kuin tekstin loppuun).
- QuickType (QT) metriikat: Testiohjelma laskee lisäksi seuraavat QuickType-metriikat:
 - QTKeystrokes: QuickType-näppäinten painallusten lukumäärä (QTKeystrokes).

- QTInputLength: QuickType-näppäimillä syötetyn tekstin pituus (ml. ' '-merkit ennustusten lopussa) (QTLength).
- QTInputPercent: QuickType-näppäimillä syötetyn tekstin prosenttiosuus.
- QTAvgLength: QuickType-näppäimillä syötetyn ennustetun tekstin keskimääräinen pituus. QuickTypen automaattisesti jokaiseen syötteen loppuun lisäämiä tyhjiä (' ') merkkejä ei oteta tässä huomioon.

4. QWERTY vs. QuickType vs. Swype

Tutkimuksessa haluttiin testata, onko QWERTY, QuickType ja Swype näppäimistöjen välillä eroja käytettävyydessä. QWERTY valittiin testattavaksi näppäimistöksi, koska se on yleisin näppäimistöasettelu, ja sillä saavutetut tulokset kertovat osallistujan lähtötasosta, johon uusia tekstinsyöttömenetelmiä voidaan verrata. QuickTypen ja QWERTYn välillä ei ole muuta eroa kuin ennustava tekstinsyöttö. Visuaalisesti ne ovat hyvin samanlaiset (QWERTY + ennustusnäppäinpalkki = QuickType). Applen omien näppäimistöjen lisäksi valittiin yksi suosituimmista kolmennen osapuolen näppäimistöistä – elekirjoitusnäppäimistö Swype. Kiinnostuneita oltiin erityisesti näiden kirjoitusnopeuksien ja virhesuhteiden välisistä eroista.

4.1 Osallistajat

Tutkimukseen osallistui 13 osallistujaa, 8 miestä ja 5 naista, joista 12 oli Tampereen yliopiston opiskelijoita. Osallistujien ikä vaihteli 20 - 41 vuoden välillä. Kuusi osallistujaa ilmoitti käyttävänsä taulutietokonetta ja seitsemän ilmoitti, että ei käytä.

4.2. Testilaitte

Testilaitteena käytettiin Applen iPad 2 taulutietokonetta kaikissa tutkittavissa tekstinsyöttömenetelmissä. Kun taulutietokonetta pidettiin pöydällä, siihen oli kiinnitetty Smart Cover, jotta kirjoitusasento olisi miellyttävämpi (ks. kuva 21). Kokeiden aikana laitteen näppäinäänet ja ison alkukirjaimen automaattiasetus olivat pois päältä. Koska QuickType ja Swype ovat oppivia näppäimistöjä, niiden sanakirjat nollattiin ennen jokaista sessiota.



Kuva 21. Apple iPad 2, johon on kiinnitetty Smart Cover [PC Magazine, 2011]

4.3. Testin kulku

Testit suoritettiin laboratoriossa Tampereen yliopiston Informaatiotieteiden yksikössä. Ensin osallistujalle selitettiin kokeen tarkoitus, ja korostettiin, että kokeen tarkoituksena on tutkia tekstinsyöttömenetelmiä, ei osallistujia. Ennen testin aloittamista osallistujat lukivat ja allekirjoittivat tutkimukseen osallistujan suostumuslomakkeen (Liite 1). Osallistujat kirjoittivat jokaisella näppäimistöllä ensin kolme esimerkkilausetta ja sitten 20 varsinaisia testilauseita, joista 10 kirjoitettiin niin, että laite oli pöydällä ja toiset 10 niin, että osallistuja piti laitetta käsissä. Välittömästi jokaisen tekstinsyöttömenetelmän jälkeen osallistujat täyttivät kyseistä menetelmää koskevan kyselylomakkeen (Liitteet 3-5). Osallistujat eivät suorittaneet koetta samassa järjestyksessä, koska järjestys saattaisi vaikuttaa tuloksiin. Koska näppäimistöjä on kolme, ja laitteen sijoitustapoja kaksi, saadaan yhteensä 12 ($3! * 2! = 12$) eri permutaatiota, joissa koe voidaan suorittaa. Nämä permutaatiot on esitetty taulukossa 1 (ks. Taulukko 1). Tutkimukseen osallistui 13 osallistujaa, joten jokainen permutaatio tuli läpikäydyksi. Osallistuja numero 13 suoritti kokeen samassa järjestyksessä kuin ensimmäinen osallistuja. Kokeiden tulokset tallennettiin lokitiedostoihin Tampereen yliopiston palvelimelle hakemistoon, johon vain tutkijalla on lukuoikeus. Lokitiedostot eivät sisällä tietoa, josta osallistuja voidaan tunnistaa. Lopuksi osallistujat täyttivät yleisen kyselylomakkeen (Liite 2).

	1. Näppäimistö	2. Näppäimistö	3. Näppäimistö	Laite ensin kädessä/pöydällä
1. Osallistuja	Qwerty	QuickType	Swype	pöydällä ensin
2. Osallistuja	QuickType	Swype	Qwerty	kädessä ensin
3. Osallistuja	Swype	Qwerty	QuickType	pöydällä ensin
4. Osallistuja	Qwerty	Swype	QuickType	kädessä ensin
5. Osallistuja	QuickType	Qwerty	Swype	pöydällä ensin
6. Osallistuja	Swype	QuickType	Qwerty	kädessä ensin
7. Osallistuja	Qwerty	QuickType	Swype	kädessä ensin
8. Osallistuja	QuickType	Swype	Qwerty	pöydällä ensin
9. Osallistuja	Swype	Qwerty	QuickType	kädessä ensin
10. Osallistuja	Qwerty	Swype	QuickType	pöydällä ensin
11. Osallistuja	QuickType	Qwerty	Swype	kädessä ensin
12. Osallistuja	Swype	QuickType	Qwerty	pöydällä ensin
13. Osallistuja	Qwerty	QuickType	Swype	pöydällä ensin

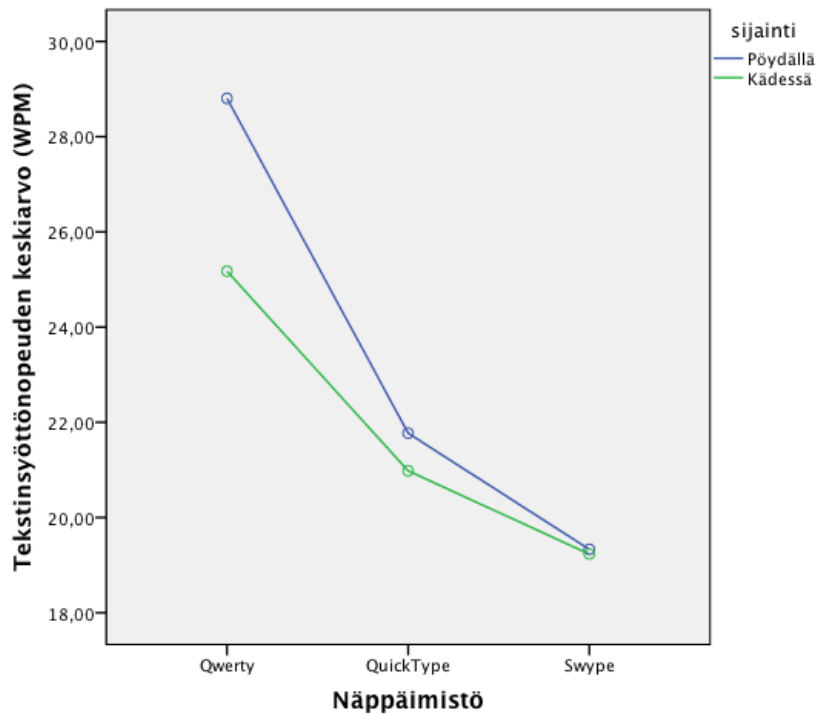
Taulukko 1. Järjestykset, joissa osallistujat suorittivat kokeen.

5. Tulokset

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tulokset. Ensin esitellään tekstinsyöttönopeuteen, sitten virheisiin ja lopuksi kysymyslomakkeisiin liittyvät tulokset.

5.1. Tekstinsyöttönopeus

Toistomittausvarianssianalyysi osoitti, että näppäimistöllä oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus tekstinsyöttönopeuteen, $F(2, 24) = 18,695$, $p < 0,001$. Myös sillä, pidetäänkö laitetta kädessä vai pöydällä, oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus tekstinsyöttönopeuteen, $F(1,12) = 10,132$, $p = 0,008$. Kuvasta 22 päätellen näyttää siltä, että tabletin kädessä pitäminen hidasti QWERTY näppäimistöä enemmän kuin muita käytettyjä menetelmiä.



Kuva 22. Näppäimistöjen tekstinsyöttönopeuksien keskiarvot.

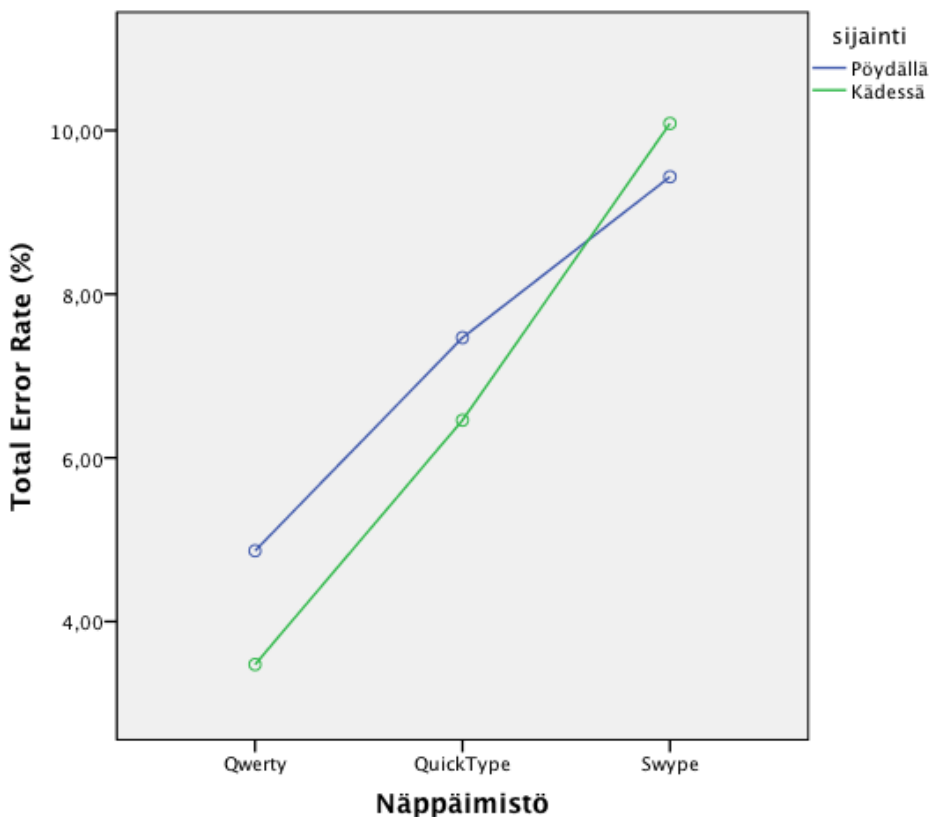
Parittaisten otosten t-testien mukaan pöydällä kirjoittaessa QWERTYn ($M=28,80$ WPM, $SD=7,47$ WPM) ja QuickTypen ($M=21,77$ WPM, $SD=3,28$ WPM) välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = 3,856$, $p = 0,002$. QWERTY oli keskimäärin 7,03 WPM nopeampi kuin QuickType. QWERTYn ja Swypen ($M=19,33$ WPM, $SD=4,57$ WPM) välinen ero oli myös tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = 5,753$, $p < 0,001$. QWERTY oli keskimäärin 9,47 WPM nopeampi kuin Swype.

Kädessä kirjoitettaessa QWERTYn (M=25,98 WPM, SD=5,00 WPM) ja Swypen (M=19,23 WPM, SD=5,84 WPM) välinen ero oli myös tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = 4,494$, $p = 0,001$. QWERTY oli keskimäärin 5,94 WPM nopeampi kuin Swype.

Kädessä kirjoittaminen on pöydällä kirjoittamista hitaampaa kaikilla näppäimistöillä. Laitteen sijainnilla oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä vaikutus ainoastaan QWERTYn kirjoitusnopeuteen, $t(12) = 4,161$, $p = 0,001$. Pöydällä kirjoittaminen oli keskimäärin 3,63 WPM nopeampaa kuin kädessä kirjoittaminen. Osallistujan aiemmalla taulutietokoneen käyttökokemuksella ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tekstinsyöttönopeuteen.

5.2. Virheet

Näppäimistöjen virhesuhteet (TER) esitetään kuvan 23 viivakaaviossa. Toistomittausvarianssianalyysin mukaan näppäimistöllä oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus kokonaisvirhesuhteen (TER) suuruuteen, $F(2, 24) = 12,877$, $p = 0,00159$. Sijainnilla ei kuitenkaan ollut vastaavaa vaikutusta. Näppäimistöllä ja sijainnilla ei ollut myöskään yhteisvaikutusta virhesuhteeseen. Parittaisten otosten t-testin mukaan sijainnilla oli kuitenkin tilastollisesti



Kuva 23. Näppäimistöjen keskimääräiset virhesuhteet kädessä ja pöydällä.

merkitsevä vaikutus QWERTYn korjaamattomien virheiden prosenttiosuuksiin (MSD Error rate), $t(12) = 2,364$, $p = 0,036$. Virheitä jätettiin korjaamatta enemmän kädessä ($M=1,43$ %, $SD=1,84$ %) kuin pöydällä ($M=0,68$ %, $SD=1,37$ %).

Parittaisten otosten t-testin mukaan pöydällä kirjoitettaessa QWERTYn ($M=4,87$ %, $SD=3,33$ %) ja QuickTypen ($M=7,47$ %, $SD=3,54$ %) kokonaisvirhesuhteiden (TER) välinen ero on tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = 2,971$, $p = 0,012$. Myös QWERTYn ja Swypen ($M=9,43$ %, $SD=5,5$ %) välinen ero on tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = 2,725$, $p = 0,018$.

Myös kädessä kirjoitettaessa QWERTYn ($M=3,48$ %, $SD=2,53$ %) ja QuickTypen virhesuhteiden ($M=6,46$ %, $SD=2,87$ %) välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = 4,029$, $p = 0,002$. Myös QWERTYn ja Swypen ($M=10,08$ %, $SD=5,36$ %) välinen ero on tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = 4,424$, $p = 0,001$.

Swypen korkeat virhesuhteet saattavat johtua siitä, että Swypen askelpalautin poistaa kokonaisia sanoja, ei yksittäisiä merkkejä, ja TER:ssä myös oikeiden merkkien poistot kasvattavat virhesuhdetta.

5.3. Ennustavan tekstinsyötön tulokset

Osallistujat kirjoittivat pöydällä keskimäärin noin 35,3 % ($SD=12,74$ %) ja kädessä noin 43,1 % ($SD=12,85$ %) osuuden tekstistä käyttäen ennustusnäppäimiä. Parittaisten otosten t-testin mukaan ero on tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = -2,492$, $p = 0,028$.

Laitteen sijainnilla ei kuitenkaan ollut merkitsevää vaikutusta ennustusnäppäimillä syötetyn tekstin keskipituuteen: pöydällä n. 2,51 merkkiä ($SD=0,29$ merkkiä) ja kädessä n. 2,62 ($SD=0,37$) merkkiä (pois lukien automaattinen välilyönti ennustuksen jälkeen). Sen sijaan osallistujat käyttivät ennustusnäppäimiä useammin kädessä ($M=0,64$ kertaa per sana, $SD=0,19$) kuin pöydällä ($M=0,55$ kertaa per sana, $SD=0,15$). Ero on tilastollisesti merkitsevä, $t(12) = -2,376$, $p = 0,035$.

5.4. Kyselylomakkeiden tulokset

Kun osallistuja oli suorittanut kokeen jonkun tietyn näppäimistön osalta, hän sai välittömästi täytettäväkseen kyseistä näppäimistöä koskevan kyselylomakkeen (Liitteet 3-5). Kaikissa kyselylomakkeissa kysyttiin seuraavat viisi kysymystä:

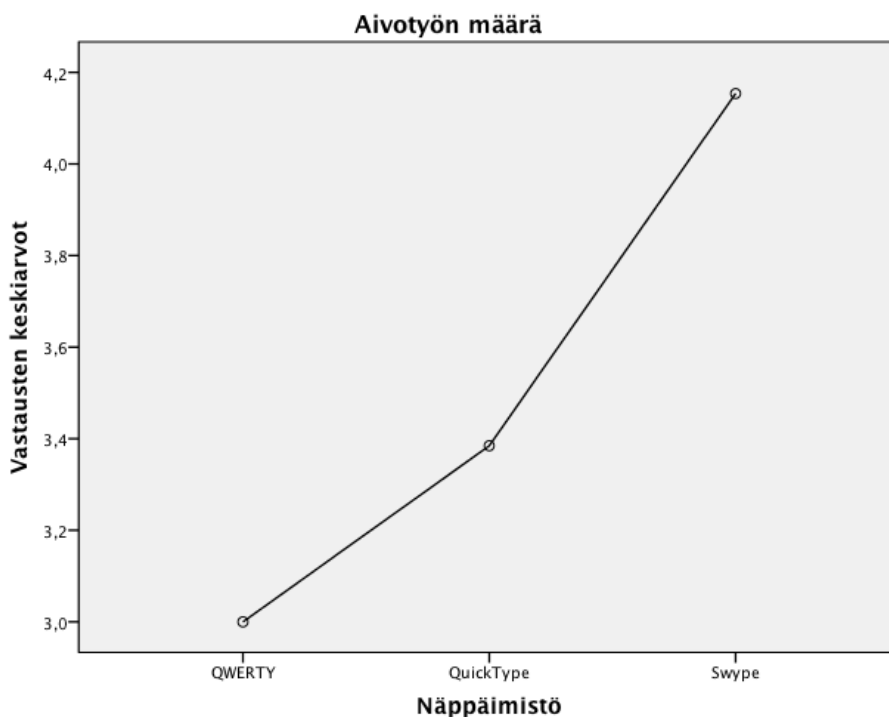
1. Aivotyön määrä (muistaminen, miettiminen)
2. Fyysisen näppäilytyön määrä (näppäily, piirtäminen)
3. Visuaalisen työn määrä (etsiminen, tuloksen tarkistaminen)
4. Millä tavalla kirjoitit mielestäsi nopeimmin? Laite kädessä vs. laite pöydällä?

5. Millä tavalla teit mielestäsi vähemmän kirjoitusvirheitä? Laite kädessä vs. Laite pöydällä?

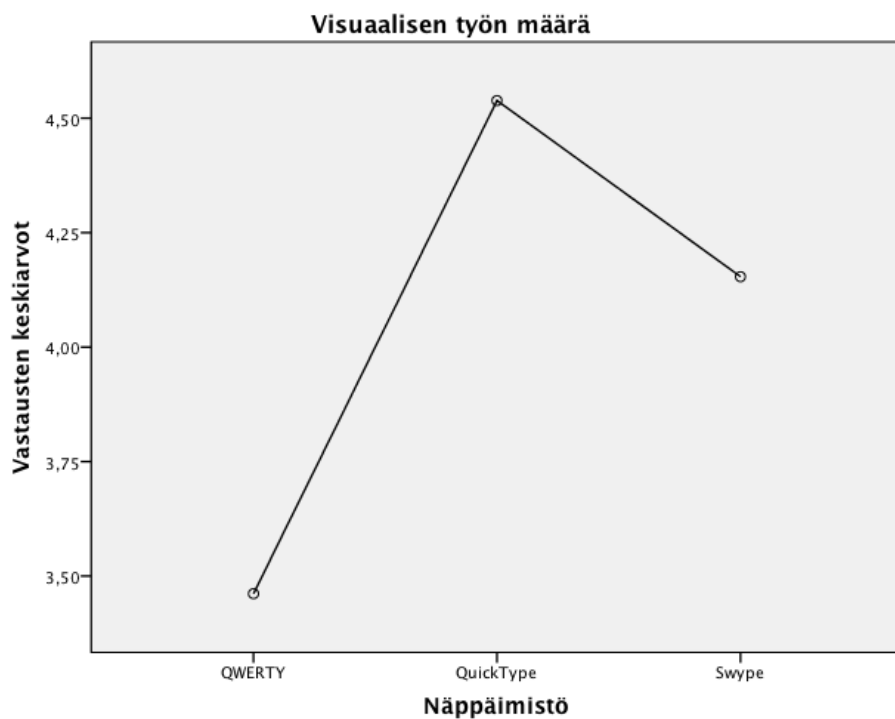
Kolmessa ensimmäisessä kysymyksessä käytettiin Likert-asteikkoa 1-7 (1 = Pieni ja 7 = Suuri). Kahdessa viimeisessä kysymyksessä annettiin kolme vaihtoehtoa: ”kädessä”, ”pöydällä” ja ”ei eroa”. Lisäksi QuickTypen ja Swypen kyselylomakkeessa kysyttiin kuinka hyvin näppäimistö osasi ennustaa tekstiä. Vastaus annettiin Likert-asteikolla 1-5 (1 = erittäin huonosti, 2 = huonosti, 3 = keskitasoisesti, 4 = hyvin ja 5 = erittäin hyvin). Vastausvaihtoehdot kysymyksiin 4 ja 5 olivat: ”kädessä”, ”pöydällä” ja ”ei eroa”.

Friedman-testin (Friedman's Rank test) mukaan koetut näppäimistöjen väliset erot aivotyön ja visuaalisen työn määrässä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Friedman-testi kuitenkin osoitti, että QWERTY (M = 2,58), QuickType (M = 1,65) ja Swype (M = 1,77) näppäimistöjen edellyttämää fyysistä näppäilytyötä ei koettu yhtäsuuriksi, ja että ero on tilastollisesti merkitsevä, $\chi^2(2) = 7,435, p = 0,024$. Wilcoxon etumerkittyjen sijalukujen testi (Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Ranks Test) osoitti, että erot olivat tilastollisesti merkitseviä vain QWERTYn ja QuickTypen, $Z = 2,656, p = 0,008$ sekä QWERTYn ja Swypen, $Z = 2,170, p = 0,03$ välillä. QuickTypen ja Swypen fyysisen työn määrä koettiin siis kevyemmäksi kuin QWERTYn.

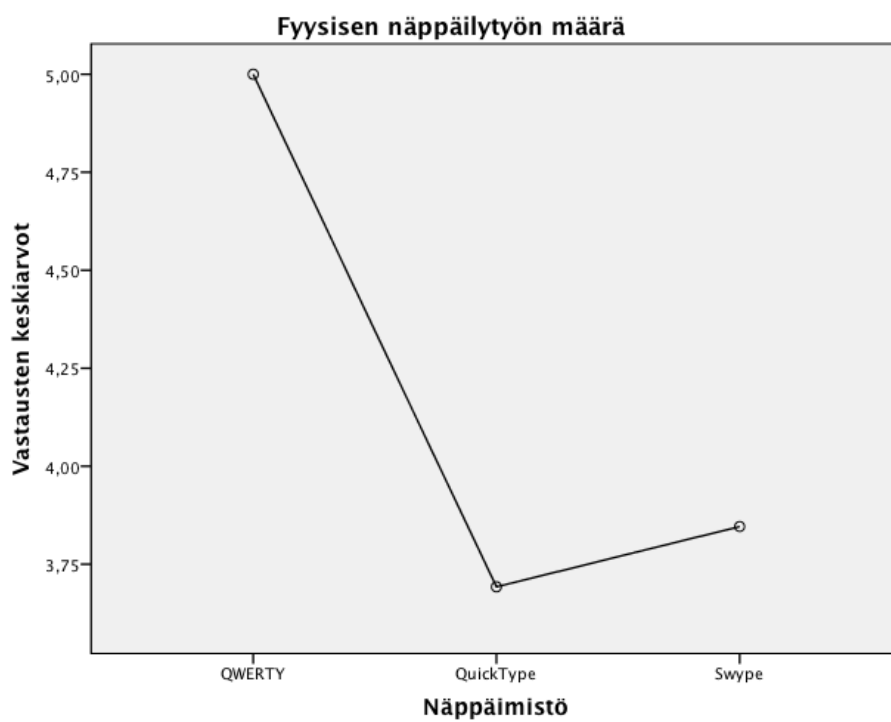
Kuvien 24 – 26 viivakaaviot havainnollistavat, miten osallistujat vastasivat kysymyksiin 1 – 3 kunkin näppäimistön kohdalla, eli kuinka suuriksi he kokivat näppäimistöllä kirjoittamisen edellyttämän aivotyön sekä fyysisen ja visuaalisen työn määrän.



Kuva 24. Kyselylomakkeen vastaukset: menetelmien edellyttämä aivotyö

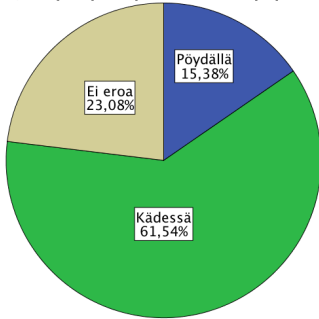


Kuva 25. Kyselylomakkeen vastaukset: menetelmien edellyttämä visuaalinen työ

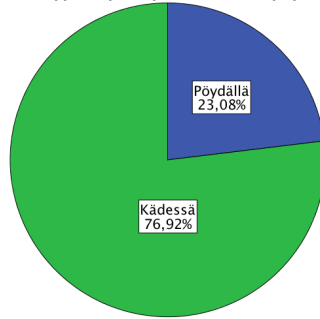


Kuva 26. Kyselylomakkeen vastaukset: menetelmien edellyttämä fyysinen näppäilytyö

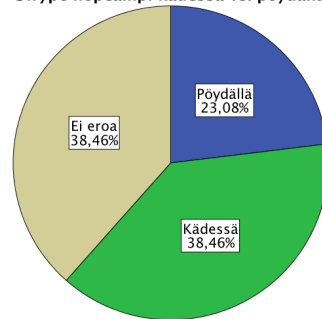
Qwerty nopeampi kädessä vs. pöydällä



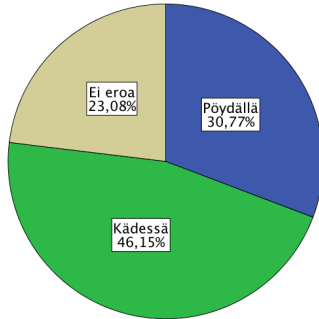
QuickType nopeampi kädessä vs. pöydällä



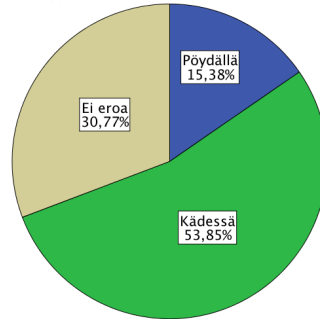
Swype nopeampi kädessä vs. pöydällä

**Kuva 27.** Kyselylomakkeen vastaukset: nopeampi kädessä vs. pöydällä

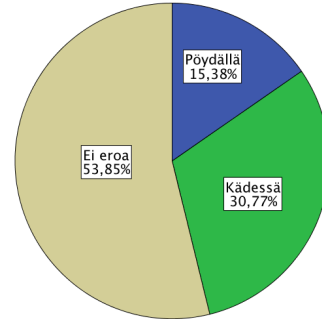
Qwerty virheettömpi kädessä vs. pöydällä



QuickType virheettömpi kädessä vs. pöydällä



Swype virheettömpi kädessä vs. pöydällä

**Kuva 28.** Kyselylomakkeen vastaukset: virheettömpi kädessä vs. pöydällä

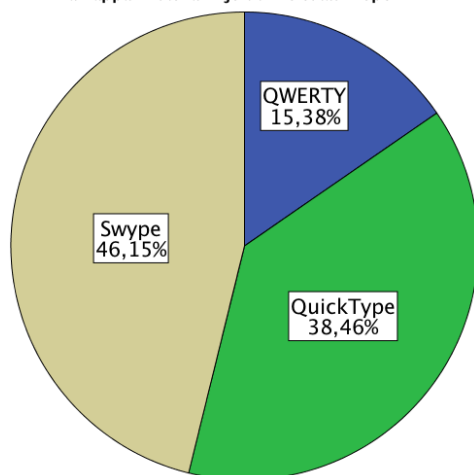
Kokeen jälkeen osallistujat täyttivät yleisen kyselylomakkeen, jossa kysyttiin osallistujan taustatietojen lisäksi seuraavat kolme kysymystä:

1. Millä näppäimistöllä kirjoitit mielestäsi nopeimmin?
2. Millä näppäimistöllä teit mielestäsi vähiten kirjoitusvirheitä?
3. Mitä muuta haluaisit sanoa näistä tekstinsyöttötekniikoista tai koeasetelmasta?

Vastaukset kysymyksiin 1 ja 2 olivat ristiriidassa testitulosten kanssa. Kuvien 29 ja 30 kaavioista havaitaan, että vain 15,38 % (2/13) osallistujista kirjoitti mielestään nopeimmin ja virheettömimmin QWERTY näppäimistöllä, vaikka testien perusteella QWERTY oli nopein ja virheettömin näppäimistö. Swype oli kyselylomakkeessa suosituin valinta nopeimmaksi näppäimistöksi, mutta se oli testien perusteella hitain ja eniten virheitä aiheuttava. QuickType oli suosituin valinta

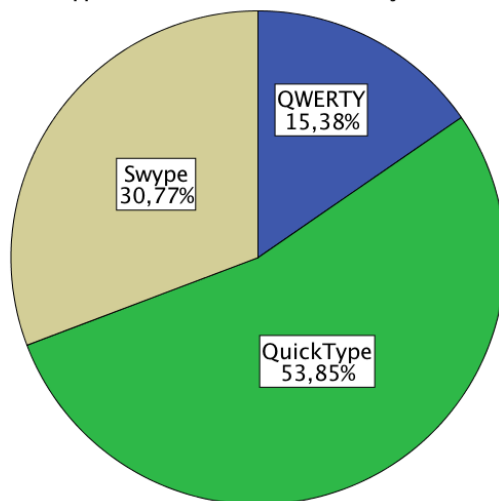
virheettömimmäksi näppäimistöksi, vaikka se aiheutti merkittävästi enemmän virheitä kuin QWERTY.

Millä näppäimistöllä kirjoitit mielestäsi nopeimmin?



Kuva 29. Kyselylomakkeen vastaukset: nopein näppäimistö.

Millä näppäimistöllä teit mielestäsi vähiten kirjoitusvirheitä?



Kuva 30. Kyselylomakkeen vastaukset: virheettömin näppäimistö.

Avoimessa kysymyksessä osallistujat antoivat muun muassa seuraavan kaltaisia palautteita tekstinsyöttötekniikoista:

”QuickTypessä tuntui kuluvan paljon aikaa sanan etsimiseen. Katse vaelsi tarkistamassa, joko oikea sana oli tullut valittavaksi.” - mies 39v

”Englannin kielessä tuli haastetta Swypessä, mutta se korjasi kaiken hienosti.” - mies 37v

”Pidin Swypen tekstinennustusta hämmästyttävän hyvänä. Samoin virheenkorjauskykyä.” - mies 30v

”Halusin käyttää luonnollisesti kahta kättä Swypettämiseen laitteen ollessa pöydällä” - mies 25v

6. Pohdinta

Osallistujat kokivat uusien tekstinsyöttömenetelmien (QuickType ja Swype) olevan tehokkaampia kuin QWERTY, vaikka testien perusteella QWERTY oli tehokkain. Swypen elekirjoitus koettiin nopeimmaksi ja QuickType virheettömimmäksi kirjoitusmenetelmäksi. Myös Barthan ja Nguyenin tutkimuksessa löydettiin samankaltaisia tuloksia: Swypen elekirjoitus koettiin näppäilyä nopeammaksi, vaikka tulokset olivat päinvastaisia [Bartha & Nguyen, 2012]. Elekirjoituksen jatkuva liike saattaa tuntua käyttäjistä tehokkaammalta kuin katkonainen näppäinten painaminen. Positiivinen mielikuva saattaa saada aloittelevan käyttäjän jatkamaan menetelmän käyttöä.

QuickType ja Swype -näppäimistöjen korkeat virhesuhteet johtuivat todennäköisesti käyttäjien kokemattomuudesta. Lisäksi olisi hyvä jos osallistujat voisivat kirjoittaa testilauseet omalla äidinkielellään. Tämän tutkimuksen tuloksiin saattoi hieman vaikuttaa se, että testilauseet kirjoitettiin englanniksi. Isokoski ja Linden tutkivat, kuinka englanniksi kirjoittaminen vaikuttaa tekstinsyötön tuloksiin, kun osallistujien äidinkieli on suomi ja heidän englanninkielen taitonsa on hyvä. 16 osallistujaa kirjoitti testilauseet sekä suomeksi että englanniksi. Tulosten mukaan englanniksi kirjoittaminen oli 16 prosenttia hitaampaa [Isokoski & Linden, 2004]. QuickType -näppäimistöstä voisi muutenkin olla enemmän hyötyä suomen kielessä, jossa sanat ovat keskimäärin pidempiä kuin englannin kielessä. Tässä tutkimuksessa ennustusnäppäimillä syötetyn tekstin keskipituus oli vain noin kaksi ja puoli merkkiä. Oletetaan, että ennustusnäppäimen etsimiseen ja valintaan kuluu yksi sekunti. Tässä ajassa osallistujat kirjoittivat QWERTYllä keskimäärin yhtä monta merkkiä ($M=2,4$ merkkiä, $SD=0,62$ merkkiä). Nopein osallistuja kirjoitti QWERTYllä jopa 3,51 merkkiä sekunnissa, joten ennustusten käytöstä ei tehokkuusmielessä ollut hyötyä.

Osallistujat kirjoittivat QuickTypen ennustusnäppäimillä merkitsevästi suuremman osuuden tekstiä kädessä kuin pöydällä (ero keskimäärin n. 7,7 prosenttiyksikköä). Tämä saattaa johtua siitä, että kädessä kirjoittaminen on fyysisesti pöydällä kirjoittamista raskaampaa, koska käyttäjä joutuu kannattelemaan laitetta. Osallistujat yrittivät luultavasti nopeuttaa kirjoittamista ja vähentää fyysisen näppäilytyön määrää käyttämällä enemmän ennustuksia. Koester ja Levine totesivat tutkimuksessaan, että sanavaihtoehtojen etsimisen ja valitsemisen aiheuttama kognitiivinen työ kumoaa näppäinpainallusten määrässä saavutettavan hyödyn [Koester & Levine, 1994].

Kyselylomakkeiden vastausten ja mitattujen tulosten perusteella käyttökokemus ja käytettävyys olivat ristiriidassa. Osallistujat pitivät QWERTYn nopeutta hitaimpana ja kädessä kirjoittamista nopeampana. Mittausten mukaan QWERTY oli kuitenkin menetelmistä nopein ja kädessä kirjoittaminen pöydällä kirjoittamista hitaampaa. Tällainen ristiriita kuitenkin motivoi käyttämään

uusia tekstinsyöttömenetelmiä, jotka riittävän opetteluun jälkeen saattavat olla myös objektiivisesti parempia kuin QWERTY.

Virheiden korjaaminen aiheuttaa Swypen kaltaisissa elekirjoitusnäppäimistöissä enemmän työtä kuin perinteisissä näppäimistöissä. Yleensä elekirjoitusta ei voi jatkaa sanan keskeltä, vaan virheen korjaaminen edellyttää koko sanan uudelleenkirjoittamista.

Olisi mielenkiintoista suorittaa pitkittäistutkimus, jotta saataisiin tietää, kuinka pitkän harjoittelun jälkeen käyttäjät saavuttavat ja ylittävät QuickType ja Swype -näppäimistöillä QWERTYn tason. Samoin olisi mielenkiintoista tietää, tuleeko laitteen sijainnista merkitsevä tekijä, kun käyttäjä on harjoittelun avulla saavuttanut tietyn tason kirjoitusnopeudessa. QuickType ja Swype ovat älykkäitä ja oppivia näppäimistöjä, ja siksi olisikin mielenkiintoista tutkia näitä näppäimistöjä lähemmin käyttäjän henkilökohtaisessa kontekstissa.

7. Yhteenveto

Tässä pro gradu -tutkielmassa suoritettiin kokeellinen tutkimus, jonka tavoitteena oli testata kolmen eri tyyppisen näppäimistön, QWERTYn, QuickTypen ja Swypen, suorituskykyä taulutietokoneella sekä kädessä että pöydällä kirjoitettaessa. Kaikki kolme näppäimistöä perustuvat samaan QWERTY-näppäinaseteluun, mutta kaksi jälkimmäistä lisäävät siihen komponentteja, QuickType ennustavan tekstinsyötön ja Swype elekirjoituksen sekä ennustavan tekstinsyötön.

Tutkimukseen osallistui 13 osallistujaa, joista kahdeksan oli miehiä ja viisi naisia. Osallistujien ikä vaihteli 20-41 vuoden välillä. Osallistujia pyydettiin kirjoittamaan 20 testilauseita kullakin näppäimistöllä. Puolet testilauseista kirjoitettiin laite kädessä ja toinen puoli laite pöydällä. Tutkimuksessa käytettiin Applen iPad 2 -taulutietokonetta. Testilauseiden kirjoitus ja tulosten laskenta suoritettiin tätä tutkielmaa varten kehitetyllä internet-sivulla. Lisäksi osallistujilta kerättiin tietoa kyselylomakkeilla.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että QWERTY oli nopein ja vähiten virheitä aiheuttava näppäimistö. Kyselylomakkeiden vastausten perusteella osallistujat eivät kuitenkaan pitäneet QWERTYä sellaisena. Osallistujien taulutietokoneen käyttökokemuksella ei ollut merkitystä tuloksiin. Laitteen sijainnilla oli merkitystä ainoastaan nopeimman näppäimistön, eli QWERTYn kirjoitusnopeuteen.

Viiteluettelo

- [Adaptxt Homepage, 2014] Adaptxt Homepage. Available at: <http://www.adaptxt.com/> (checked 20.3.2014).
- [Barnett, 2013] Barnett R. SwiftKey. Available at: <http://www.bcs.org/upload/pdf/cma-2013-changing-user-access.pdf/> (checked 17.3.2014).
- [Bartha & Nguyen, 2012] Bartha M., Nguyen H. Shape Writing on Tablets: Better Performance or Better Experience? In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting September 2012 vol. 56 no. 1 (pp. 1591-1593). ACM.
- [Cheng et al., 2013] Cheng L.-P., Liang H.-S., Wu C.-Y. & Chen M.Y. iGrasp: Grasp-based adaptive keyboard for mobile devices. In: Proc. CHI 2013 (pp. 3037–3046). ACM.
- [Castellucci & MacKenzie, 2011] Castellucci S.J., MacKenzie I.S. Gathering text entry metrics on Android devices. In: Extended Abstracts of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI 2011 (pp. 1507-1512). ACM.
- [Chaparro et al., 2010] Chaparro B., Nguyen B., Phan M., Smith A. & Teves J. Keyboard Performance: iPad versus Netbook. Usability News. Available at <http://usabilitynews.org/keyboard-performance-ipad-versus-netbook/>.
- [Dryft Homepage, 2014] Dryft Homepage. Available at: <http://dryft.com/> (checked 17.3.2014).
- [Dryft Patent, 2013] Marsden R. J., Hole S. Dynamically located onscreen keyboard. Available at: <http://www.google.com/patents/US8390572/> (checked 17.3.2014).
- [Isokoski & Linden, 2004] Isokoski, P., & Linden, T. Effect of foreign language on text transcription performance: Finns writing English. In: Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction (pp. 109-112). ACM.
- [K A L Q - G o o g l e P l a y , 2 0 1 4] K A L Q - Google Play. Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mpi.hci.kalq> (checked 21.3.2014).

- [KALQ Homepage, 2014] KALQ Homepage. Available at: <http://www.mpi-inf.mpg.de/~oantti/KALQ/> (checked 14.3.2014).
- [Koester & Levine, 1994] Koester H.H. & Levine S.P. Modeling the speed of text entry with a word prediction interface. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, (Volume:2, Issue: 3) (pp. 177 – 187).
- [Kristensson, 2002] Kristensson, P.O. Design and Evaluation of a Shorthand-Aided Soft Keyboard. Final/master's thesis. Linköping University, Sweden.
- [Kristensson & Zhai, 2012] Kristensson P.O. & Zhai S. The word-gesture keyboard: reimagining keyboard interaction. *Communications of the ACM*, Vol 55 Issue 9 (pp. 91-101). ACM.
- [MacKenzie & Soukoreff, 2003] MacKenzie I.S. & Soukoreff R.W. Phrase sets for evaluating text entry techniques. *Extended Abstracts of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI 2003* (pp. 754-755). ACM.
- [MacKenzie & Tanaka-Ishii, 2007] MacKenzie I.S. & Tanaka-Ishii K. (2007). *Text Entry Systems: Mobility, Accessibility, Universality*. San Francisco: Diane Cerra.
- [Macworld, 2013] McElhearn K. Beyond Siri: Dictation tricks for the iPhone and iPad. Available at: <http://www.macworld.com/article/2048196/beyond-siri-dictation-tricks-for-the-iphone-and-ipad.html>.
- [Marklin & Simoneau, 1999] Marklin R.W. & Simoneau G.G. Wrist and Forearm Posture from Typing on Split and Vertically Inclined Computer Keyboards. *Human Factors* Dec 1999, Vol. 41 Issue 4 (pp. 559-569). NCBI.
- [Marsden, 2013] Marsden R.J. Swype co-founder tackles tablet keyboards with Dryft for Android. <http://www.theverge.com/2013/9/12/4723846/android-tablet-keyboard-dryft-by-swype-cofounder-Randal-marsden/> (checked 12.3.2014).
- [MyScript Homepage, 2014] MyScript Homepage. Available at: <http://myscript.com/> (checked 26.3.2014).

- [Lomas, 2013] Lomas N. SwiftKey 4.3 Unifies Tablet & Phone Apps, Adds More Keyboard Layouts. Available at: <http://techcrunch.com/2013/10/17/swiftkey-4-3/> (checked 18.3.2014).
- [Noyes, 1983] Noyes J. The QWERTY keyboard: a review. In: International Journal of Man-Machine Studies (pp. 265-281). Elsevier, Loughborough, U.K.
- [Oulasvirta et al., 2013] Oulasvirta A., Reichel A., Li W., Zhang Y., Bachynskiy M., Vertanen K., Kristensson P.O. Improving Two-Thumb Text Entry on Touchscreen Devices. In: Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems 2013 (pp. 2765-2774). ACM.
- [PC Magazine, 2011] Apple iPad Smart Cover: A New Kind of Case. PC Magazine. Available at: <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2381282,00.asp> (checked 10.5.2015).
- [Penultimate iTunes, 2015] Penultimate iTunes website. Available at: <https://itunes.apple.com/us/app/penultimate/id354098826> (checked 22.3.2015).
- [QuickType Homepage, 2015] QuickType Homepage. Available at: <https://www.apple.com/ios/whats-new/quicktype/> (checked 26.4.2015).
- [SwiftKey Homepage, 2014] SwiftKey Homepage. Available at: <http://www.swiftkey.net/> (checked 18.3.2014).
- [Swype Homepage, 2014] Swype Homepage. Available at: <http://www.swypeinc.com/> (checked 12.3.2014).
- [Swype iTunes, 2015] Swype iTunes website. Available at: <https://itunes.apple.com/fi/app/swype/id916365675?mt=8> (checked 22.4.2015).
- [Truong et al., 2013] Truong K., Hirano S., Hayes G.R., Moffatt K. 2-Thumb Gesture: The Design & Evaluation of a Non-Sequential Bi-manual Gesture Based Text Input for Touch Tablets. University of Toronto, Knowledge Media Design Institute.
- [Yager, 2013] Yager C. An Evaluation of the Effectiveness of Voice-to-Text Programs at Reducing Incidences of Distracted Driving. Texas A&M Transportation Institute.

Tutkimukseen osallistujan suostumuslomake

Tutkijan yhteystiedot:

Heikki Hämälistö

Tampereen Yliopisto, Informaatiotieteiden yksikkö

Sähköposti: Heikki.Hamalisto.J@student.uta.fi

Tutkimuksen kohde:

Tekstinsyöttö taulutietokoneella. Tutkimuksessa verrataan kolmea näppäimistöä: QWERTY, QuickType ja Swype Applen iPad:llä. Tämä koe on osa Heikki Hämälistön Pro Gradu -työtä.

Kuka voi osallistua?

Koska kokeessa kirjoitettavat testilauseet ovat englanninkielisiä, osallistujan englannin kielen taidon pitää olla riittävä.

Kokeen eteneminen:

Ensin koehenkilö saa tämän lomakkeen luettavaksi ja allekirjoitettavaksi. Kokeen aikana, osallistuja kirjoittaa yhdellä näppäimistöistä ensin kolme esimerkkilauseetta ja sitten 20 varsinaista testilauseetta, joista 10 kirjoitetaan niin, että laite on pöydällä ja toiset 10 niin, että laite on osallistuja käsissä. Jokaisen menetelmän jälkeen osallistuja saa täytettäväkseen kyseistä menetelmää koskevan kyselylomakkeen. Lopuksi osallistujaa saa täytettäväkseen kyselylomakkeen, jossa kysytään taustakysymyksiä ja kokeeseen liittyviä kysymyksiä. Kokonaisuudessaan tutkimukseen osallistuminen vie aikaa noin puoli tuntia.

Tutkimusaineiston käsittely ja säilyttäminen:

Tutkimusaineistoa käsitellään luottamuksellisesti. Tutkimuksesta saatavat tiedot tulevat ainoastaan tutkijan käyttöön, eikä tutkimuksessa kerättyjä tietoja näytetä ulkopuolisille muodossa, josta koehenkilön voi tunnistaa. Tutkimuksesta saatavat tiedot säilytetään erillään tiedoista, joista osallistujan voi tunnistaa. Yksilöivää, luottamuksellista tietoa sisältävä aineisto hävitetään, kun aineisto on saatu käsiteltyä.

Koehenkilön oikeudet:

Osallistuminen tutkimukseen on täysin vapaaehtoista. Koehenkilöllä on tutkimuksen aikana oikeus kieltäytyä ja keskeyttää koe ilman, että siitä aiheutuu mitään seuraamuksia.

Koehenkilön suostumus:

Olen lukenut ja ymmärtänyt tässä suostumuslomakkeessa olevat tiedot. Suostun tähän tutkimukseen ja annan samalla luvan seurata ja tallettaa tietoja testin kulusta, toiminnastani ja antamistani kommentteista testin aikana yllä mainittujen periaatteiden mukaisesti (nimettömänä ja luottamuksellisesti).

Paikka ja aika: _____

Allekirjoitus: _____

Nimen selvennys: _____

Kyselylomake

Nimi: _____

Pääaine: _____

Ikä: _____

Sukupuoli: Mies Nainen

Äidinkieli: _____

Sähköpostiosoite: _____

Englannin kielen taito:

En osaa englantia

Osaan huonosti (en ymmärrä kaikkea)

Osaan kohtalaisesti (teen virheitä kirjoittaessa)

Hyvä taito (pärsjään englannin kielellä)

Erinomainen taito (en juurikaan tee virheitä)

Äidinkielen tasoinen englannin taito

1. Onko käytössäsi taulutietokone

Kyllä Ei

Jos kyllä,

1.1 Mikä malli? _____

1.2 Mitä näppäimistöjä käytät?

Yhdistetty QWERTY (standardi)

Jaettu QWERTY (peukalonäppäimistö)

Muu, mikä? _____

- 1.3 Oletko käyttänyt älykästä, tekstiä ennustavaa näppäimistöä (esim. Swiftkey, QuickType)?
Kyllä Ei

Tässä kokeessa:

2. Millä näppäimistöllä kirjoitit mielestäsi nopeimmin?

QWERTY

QuickType

Swype

3. Millä näppäimistöllä teit mielestäsi vähiten kirjoitusvirheitä?

QWERTY

QuickType

Swype

4. Mitä muuta haluaisit sanoa näistä tekstinsyöttötekniikoista tai koeasetelmasta?

QWERTY

Aivotyön määrä (muistaminen, miettiminen)

Pieni						Suuri
1	2	3	4	5	6	7

Fyysisen näppäilytyön määrä (näppäily, piirtäminen)

Pieni						Suuri
1	2	3	4	5	6	7

Visuaalisen työn määrä (etsiminen, tuloksen tarkistaminen)

Pieni						Suuri
1	2	3	4	5	6	7

Millä tavalla kirjoitit mielestäsi nopeammin QWERTY näppäimistöllä:
Laite kädessä vs. laite pöydällä?

kädessä	pöydällä	ei eroa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Millä tavalla teit mielestäsi vähemmän virheitä QWERTY näppäimistöllä:
Laite kädessä vs. laite pöydällä?

kädessä	pöydällä	ei eroa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QuickType

Aivotyön määrä (muistaminen, miettiminen)

Pieni						Suuri
1	2	3	4	5	6	7

Fyysisen näppäilytyön määrä (näppäily, piirtäminen)

Pieni						Suuri
1	2	3	4	5	6	7

Visuaalisen työn määrä (etsiminen, tuloksen tarkistaminen)

Pieni						Suuri
1	2	3	4	5	6	7

Millä tavalla kirjoitit mielestäsi nopeammin QuickType näppäimistöllä:
Laite kädessä vs. laite pöydällä?

kädessä	pöydällä	ei eroa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Millä tavalla teit mielestäsi vähemmän virheitä QuickType näppäimistöllä:
Laite kädessä vs. laite pöydällä?

kädessä	pöydällä	ei eroa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QuickType osasi ennustaa tekstiä...

erittäin huonosti

huonosti

keskitasoisesti

hyvin

erittäin hyvin

Swype

Aivotyön määrä (muistaminen, miettiminen)

Pieni						Suuri
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>

Fyysisen näppäilytyön määrä (näppäily, piirtäminen)

Pieni						Suuri
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>

Visuaalisen työn määrä (etsiminen, tuloksen tarkistaminen)

Pieni						Suuri
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>

Millä tavalla kirjoitit mielestäsi nopeammin Swype näppäimistöllä:

Laite kädessä vs. laite pöydällä?

kädessä	pöydällä	ei eroa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Millä tavalla teit mielestäsi vähemmän virheitä Swype näppäimistöllä:

Laite kädessä vs. laite pöydällä?

kädessä	pöydällä	ei eroa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Swype osasi ennustaa tekstiä...

erittäin huonosti

huonosti

keskitasoisesti

hyvin

erittäin hyvin