

Ilja Balabin

**TEKSTINSYÖTTÖMENETELMÄT ÄLYPUHELIMISSA  
KÄYTETTÄVYYDEN NÄKÖKULMASTA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS  
2017

# TIIVISTELMÄ

Balabin, Ilja

Tekstinsyöttömenetelmät älypuhelimissa käytettävyyden näkökulmasta

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2017, 22 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja: Kollanus, Sami

Tekstinsyöttö on ollut pullonkaulana suunniteltaessa tehokkaita sovelluksia älypuheliin. Verrattuna pöytätietokoneen täysikokoiseen näppäimistöön älypuhelimien miniatyyrikokoisella näppäimistöllä kirjoittaminen voi olla pahimmillaan tuskastuttavaa. Sähköpostia kirjoitettaessa tai pelkkää internet-osoitetta syötettäessä tulee helposti kirjoitusvirheitä. Tekstinsyöttöä vaikeuttaa sormenpäitä pienemmät näppäimet, virtuaalinäppäimistön näppäintuntuman puute ja muut mobiiliteknologiaan liittyvät asiat. Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena on esitellä ja vertailla nykyaikaisten älypuhelimien yleisimmistä tekstinsyöttömenetelmistä tehtyjen tutkimusten tuloksia käytettävyyden näkökulmasta. Tutkielmassa vertailussa ovat virtuaalinäppäimistö, pyyhkäisykirjoitus, fyysinen näppäimistö, käsialantunnistus ja automaattinen puheentunnistus. Raportoidut tutkimustulokset auttavat älypuhelinkäyttäjiä avartamaan näkemystään tekstinsyöttömenetelmien kentästä ja tehostamaan omaa tekstinsyöttöään mobiililaitteilla.

Asiasanat: älypuhelin, tekstinsyöttömenetelmä, fyysinen näppäimistö, virtuaalinäppäimistö, pyyhkäisykirjoitus, automaattinen puheentunnistus

## **ABSTRACT**

Balabin, Ilja

Usability of text input methods in smartphones

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2017, 22 p.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Kollanus, Sami

Text entry has been a bottleneck in designing efficient applications for mobile phones. Entering text with miniature sized keyboard can be at worst frustrating if compared to text entry with desktop computer's full-sized keyboard. One might enter wrong characters many times during writing an e-mail or even while entering URL to a browser. Keys being smaller than fingertips, lack of tactile feedback and other things related to mobile technology make text entry more difficult. The purpose of this bachelor's thesis is to present and compare findings of usability research about general text entry methods in modern smartphones. The methods in the comparison are soft keyboard, gesture based keyboard, physical keyboard, handwriting recognition, and automatic speech recognition. The reported results can help smartphone users to widen their views about the field of text entry methods and possibly give some ideas about how to improve their own strategy of mobile text entry.

Keywords: smartphone, text entry method, physical keyboard, soft keyboard, gesture based keyboard, automatic speech recognition

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 TEKSTINSYÖTTÖMENETELMIEN ESITTELY .....	7
2.1 Näppäimistö .....	7
2.1.1 Virtuaalinäppäimistö .....	7
2.1.2 Pyyhkäisykirjoitus.....	8
2.1.3 Fyysinen näppäimistö.....	8
2.1.4 Näppäinasettelu .....	8
2.1.5 Ennakoiva tekstinsyöttö ja virheenkorjaus.....	9
2.2 Käsialantunnistus .....	9
2.3 Automaattinen puheentunnistus .....	10
3 TUTKIMUSTULOKSIA.....	11
3.1 Näppäinpainallustuntuman korvaajat .....	11
3.2 Tekstinsyöttömenetelmät vertailussa keskenään.....	12
3.2.1 Tutkimusmenetelmä .....	12
3.2.2 Tekstinsyöttönopeus ja kirjoitusvirheet.....	13
3.2.3 Koehenkilöiden omat arviot .....	13
3.2.4 Automaattinen puheentunnistus tuloksissa ykkösenä.....	13
3.3 Pyyhkäisykirjoitus haastaa virtuaalinäppäimistön .....	14
3.4 Näppäilyotteiden ja kävelyn vaikutus tekstinsyöttöön virtuaalinäppäimistöä käytettäessä .....	15
3.5 Puheentunnistusteknologia on kehittynyt nopeasti.....	16
4 YHTEENVETO .....	18
LÄHTEET .....	21

# 1 JOHDANTO

Jokapaikan tietotekniikka (engl. pervasive devices) on tullut tietotekniikan edistyksen kärkeen. Kannettavat pienet laitteet, kuten älypuhelimet, älykellot ja tabletit ovat entistä enemmän ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksen keskiössä. Vuonna 2010 27 %:lla yli 13-vuotiaista yhdysvaltalaisesta oli älypuhelin ja 2016 vastaava luku oli jo 81% (ComScore, 2017). Tämä yleinen kehityssuunta on vapauttamassa meidät vauhdikkaasti pöytä- ja sylikoneiden rajoituksilta. Vaikka suuntaus on myönteinen jokapaikan tietotekniikan kehityksen kannalta, tietynlaiset asiat hidastavat tehokkaiden sovellusten kehittämistä näille laitteille. Yksi ilmeinen ongelma liittyy tekstinsyöttöön. Pienillä kannettavilla laitteilla tekstiä syötetään yleisimmin hyödyntäen virtuaalinäppäimistöä, pyyhkäisykirjoitusta, automaattista puheentunnistusta, käsialantunnistusta tai miniatyyrikokoista fyysistä näppäimistöä. Näistä kaikista tekstinsyöttökeinoista löytyy käytettävyyden kannalta olennaisia vajavuuksia. Esimerkiksi älypuhelimella pikaviestien ja sähköpostin käyttö tai jopa internetosoitteen kirjoittaminen on älypuhelimella huomattavasti hankalampaa kuin pöytätietokoneella käyttäen sen perinteistä fyysistä näppäimistöä ja hiirtä. Yleisesti nämä käytettävyysongelmat liittyvät hitaaseen kirjoitusnopeuteen, kirjoitusvirheiden määrään ja huonoon kirjoitustuntumaan.

Mobiililaitteiden valmistajat ovat viime vuosina suosineet tekstinsyöttömenetelminä kosketusnäyttöä hyödyntäviä virtuaalinäppäimistöjä sekä automaattista puheentunnistusta. Tutkielman kirjoitushetkellä suomalaisia verkkokauppoja selattaessa lähes kaikissa myytävänä olleissa älypuhelimissa oli kosketusnäyttö ja ohjelmistovalikoima, joka tukee erilaisia virtuaalinäppäimistöjä ja puheentunnistusta. Vain yhdellä valmistajalla (BlackBerry) oli malleja, joissa on fyysinen näppäimistö. Samanlaista linjaa on havaittavissa myös alan tieteellisessä kirjallisuudessa, sillä käytettävyytutkimukset tekstinsyötöstä mobiililaitteissa tehdään useimmiten käyttäen virtuaalinäppäimistöä.

Tutkielma tarkastelee tekstinsyöttötapoja älypuhelimella käytettävyyden näkökulmasta. Pääpaino on älypuhelimissa niiden yleiskäyttöisyyden ja muita mobiililaitteita suuremman käyttäjäkunnan vuoksi. Terminä älypuhelin on alun

perin luotu markkinointitarkoitukseen, joten sille ei ole tieteellisen tarkkaa määritelmää. Tutkielmassa käytetään Kielitoimiston sanakirjan määritelmää, jonka mukaan älypuhelin on ”matkapuhelin, jossa on yhteys internetiin, sähköposti tm. tietokoneen ominaisuuksia” (Kielitoimisto, 2017). Aineiston haussa aikarajaus asetettiin siten, että vanhin tutkimus on vuodelta 2010. Sitä vanhemmat tutkimukset käsittelevät kuluttajatekniikkaa, jonka kehitys on lopetettu, kuten esimerkiksi piirtokynällä (stylus) ohjattavia PDA-laitteita (Personal Digital Assistant).

## 2 TEKSTINSYÖTTÖMENETELMIEN ESITTELY

Tekstinsyöttötapoja älypuhelimille on useita erilaisia, ja tässä luvussa esitellään niistä nykyaikana eniten käytetyt, samalla teknologista historiaa sivuten. Esitellyt menetelmät ovat monesti yleistettävissä myös muihin mobiililaitteisiin, kuten taulutietokoneisiin. Kielitoimiston sanakirjan määritelmä taulutietokoneelle on ”pienikokoinen ja litteä kannettava tietokone, jossa on kosketusnäyttö ja mobiilikäyttöön tarkoitettu käyttöjärjestelmä, sormitietokone, tabletti” (Kielitoimisto, 2017).

### 2.1 Näppäimistö

Fyysisellä näppäimistöllä kirjoittaminen on ollut koko tietotekniikan historian ajan nopein yleiskäyttöinen tapa syöttää tekstiä tietokoneella. Sitä on tarkoitus käyttää kummankin käden kaikilla sormilla, kun taas älypuhelimien miniatyyrikoista näppäimistöä käytetään yhdellä tai kahdella sormella. Pöytätietokoneen ja älypuhelimien näppäimistöjen käytön välillä on siis ergonomisesti valtava ero. Pöytätietokoneen näppäimistön edessä vapaana liikkuvat ranteet ovat mukavimmassa ja tehokkaimmassa konekirjoitusasennossa. Vastaavasti älypuhelimien näppäimistöllä kirjoitettaessa ranteet ovat lukittuneessa asennossa, mikä rajoittaa sormien ja peukalon liikkuvuutta (Baumann & Thomas, 2001).

Tyypillinen älypuhelin vaakatasossa pideltynä on noin 100 mm leveydeltään ja 60 mm korkeudeltaan. Standardikokoinen pöytätietokoneen näppäimistö on leveydeltään noin 280 mm sarkaimesta rivinvaihtoon. Mahduttaakseen näppäimistön älypuheliimeen on valmistajan pienennettävä näppäimien kokoa, välejä ja karsimalla näppäimien määrää jättämällä esimerkiksi funktionäppäimet pois ja yhdistelemällä muita näppäimiä.

Älypuhelimien pieneen kokoon mahdutettu näppäimistö on siis lähtökohteisesti haastava kohde käytettävyyssuunnittelussa. Älypuheliimeen transformoitaviksi näppäimistöiksi ovat markkinoilla valikoituneet virtuaalinäppäimistö ja miniatyyrikokoinen fyysinen näppäimistö.

#### 2.1.1 Virtuaalinäppäimistö

Virtuaalinäppäimistö on yleisin tapa syöttää tekstiä älypuhelimella. Se on ohjelma, joka esittää näppäimistön laitteen näytöllä. Käyttäjä voi olla sen kanssa vuorovaikutuksessa näppäilemällä näytön kosketusherkkää pintaa joko sormella tai piirtokynällä. Perinteisesti piirtokynä on tarkoittanut mitä tahansa pienikärkistä esinettä, jolla on helpompi osua pienikokoisiin objekteihin kuin sormella. Ensimmäisissä kosketusnäytöllisissä älypuhelimissa oli resistiivinen kosketusnäyttö, joka rekisteröi riittävällä paineella tehdyt kosketukset. Viimeisen vuosikymmenen aikana puhelinvalmistajat ovat siirtyneet käyttämään kapasitiivista

kosketusnäyttöä, joka rekisteröi vain sähköä johtavan kosketuksen. Tätä varten on kehitetty erityisiä sähköä johtavia piirtokyniä, mutta vain harvat katsovat tarvitsevänsä niitä, joten nykyoletus on, että kosketusnäyttöä ohjataan vain sormella.

Älypuhelimien ohjelmisto tunnistaa miten päin puhelinta pidellään ja voi kääntää näytön näkymän ja näppäimistön asennon mukaan joko vaaka- tai pystyasentoon. Ohjelmisto voi antaa näppäilylle palautteita visuaalisen efektin, äänen ja värinän muodossa, joiden on tarkoitus korvata kosketustuntuman puutetta.

### 2.1.2 Pyyhkäisykirjoitus

Pyyhkäisykirjoitus (tai liukukirjoitus, elenäppäimistö tai englanniksi *gesture based keyboard*) on myös virtuaalinäppäimistöohjelma, mutta sitä ei käytetä näppäilemällä, vaan liu'uttamalla sormea kirjaimelta toiselle. Esimerkiksi sana "hän" kirjoitetaan asettamalla ensin sormi h-kirjaimen päälle, jonka jälkeen sormi liu'utetaan ä-kirjaimen kautta n-kirjaimelle ja lopuksi sormi nostetaan n-kirjaimelta. Sormen liu'utus näytöllä tuottaa ns. *eleen* (*gesture*) ja sitä verrataan näppäimistöohjelman tietokannassa olevien sanojen eleisiin ja se sana valikoituu, jota tehty ele muistuttaa eniten (Reyal, Zhai & Kristensson, 2015). Jos sanaa ei löydy sanastosta, niin sen voi lisätä sinne. Elenäppäimistö on saatavilla kaikille nykyaikaisille älypuhelimille, ja esimerkiksi Gboard (Google Keyboard) toimii oletuksena virtuaalinäppäimistönä, jolla voi kirjoittaa sekä perinteisesti näppäillen, että pyyhkäisykirjoituksella.

### 2.1.3 Fyysinen näppäimistö

Joissain älypuhelinmalleissa on näppäimistönä 4-5 riviä fyysisiä näppäimiä sijoitettuna näytön alareunan alle. Toisin kuin virtuaalinäppäimistöä, tätä ei ole suunniteltu käytettäväksi sekä vaaka- että pystyasennossa, vaan se määräytyy käyttäjän valitessa älypuhelinmallinsa. Näppäimet ovat useimmiten taustavalaistuja, jotta käyttäjä näkisi kirjoittamaan pimeässäkin. Koska näppäinten reunat ja näppäinpainallukset tuntuvat sormenpäissä, voi käyttäjä oppia tuntemaan näppäimet niin hyvin, että kykenee kirjoittamaan "sokkona" katsomatta näppäimiin.

### 2.1.4 Näppäinasettelu

Näppäinasettelu tarkoittaa sitä järjestystä, missä aakkoset ja muut näppäimet ovat näppäimistöllä. Yleisin näppäinasettelu englanninkielisissä näppäimistöissä on QWERTY. Se on kehitetty mekaanisia kirjoituskoneita varten silloin, kun tietokoneita ei vielä ollut. Kirjoituskoneen iskurit saattoivat jumiutua, kun kahta vierekkäistä näppäintä painettiin yhtä aikaa, joten yleisimmin käytetyt kirjaimet sijoitettiin kauemmas toisistaan (Zhai, Hunter & Smith, 2002). Myöhemmin kirjoituskoneiden teknisen kehityksen kannalta tarvetta QWERTYlle ei enää



ollut ja tarjolla oli nopeampaan kirjoittamiseen optimoituja näppäinasetteluja. Konekirjoittajat osasivat jo kirjoittaa QWERTYlla, joten kirjoituskoneiden valmistamista jatkettiin samalla näppäinasettelulla, kuin ennenkin ja näin siitä tuli de facto -standardi.

Tietotekniikan ansiosta näppäinasattelun voi ohjelmoida uudelleen, joten käyttäjä voi vaihtaa laitteeseen ohjelmallisesti mieleisensä näppäinasattelun. Niitä on kehitetty monia erilaisia eri kielille, yleensä tarkoituksena sijoittaa käytetyimmät kirjaimet lähelle toisiaan, jolloin sormia täytyy siirrellä mahdollisimman vähän kirjoittaessa. Vaikka näppäinasattelun optimointiin on kehitetty monia erilaisia malleja, niin useat niistä suosivat samoja piirteitä (Carpalx, 2017). Mallin tarkoitus on lisätä hyvän näppäinasattelun löytymisen todennäköisyyttä. Se voidaan tehdä esimerkiksi rajoittamalla alimman ja lisäämällä keskimmäisen näppäinrivin käyttöastetta, ja vähentämällä sormien siirtämiseen kuluva matkaa. Näistä ja muista muuttujista tehdään algoritmi ja syötteeksi asetetaan kohdekäyttöä mahdollisimman hyvin kuvaava sanasto, esimerkiksi New York Timesin lehtiartikkelit vuoden ajalta. Näin toimii näppäinasattelun optimointimalli lyhyesti esitettynä. Englanninkielelle suunniteltuja tunnettuja näppäinasetteluja ovat QWERTY, Dvorak, Colemak ja QGMLWB, ja skandinaavisille kielille on kehitetty Svorak.

### **2.1.5 Ennakoiva tekstinsyöttö ja virheenkorjaus**

Modernit älypuhelimet korjaavat kirjoitusvirheitä ja oppivat käyttäjäkohtaista sanastoa, kuten nimiä (Partridge, Chelba, Bi, Ouyang & Zhai, 2015). Matkapuhelimissa on ollut jo vuosikymmeniä tekstiviestin kirjoittajia auttava ennakoiva tekstinsyöttöjärjestelmä, eikä sen suosio ole kadonnut. Nykyisissä älypuhelimissa se on usein oletuksena käytössä ja sen lisäksi auttamassa on kirjoitusvirheen korjausjärjestelmä. Järjestelmät perustuvat oikeinkirjoitussääntöihin, yleisiin sanastoihin ja käyttäjäkohtaiseen sanastoon. Käyttäjän syöttäessä tekstiä älypuhelimeen ennakoiva tekstinsyöttö antaa ehdotuksia sanoista, joita käyttäjä todennäköisesti on kirjoittamassa. Käyttäjä voi halutessaan valita ehdotusten joukosta täydennettävän sanan tai vain jatkaa tekstinsyöttöä. Kirjoitusvirheen korjausjärjestelmä taas aloittaa näkyvän toimintansa vasta sanan kirjoittamisen jälkeen, jolloin se korjaa virheet juuri kirjoitetussa sanassa.

## **2.2 Käsialantunnistus**

Käsialantunnistus on tekstinsyöttömenetelmä, joka hyödyntää käsin kirjoittamista. Laitteen kosketusnäytölle piirretään kirjaimia tai sanoja sormella liu'uttamalla tai tarkoitukseen soveltuvalla osoittimella ja käsialantunnistusohjelma pyrkii muuntamaan piirretyt kirjaimet tekstiksi. Menetelmän suurimpana rajoituksena on käsin kirjoittamisen luonnollinen noin 20 WPM:n maksiminopeus (Bailey, 1996).

## 2.3 Automaattinen puheentunnistus

Automaattinen puheentunnistus tekstinsyöttömenetelmänä tarkoittaa käyttäjän puheen muuttamista tekstiksi. Menetelmää on tutkittu vuosikymmeniä, mutta sen suosiota on hidastanut matala tunnistustarkkuus. Karat, Halverson, Horn ja Karat (1999) tulivat päätelmään, että puheentunnistus on paljon epätarkempi tekstinsyöttömenetelmänä kuin näppäimistö. Joitain vuosia tämän jälkeen valtaavan tietomäärän ja syväoppimisen (deep learning) mallien ansiosta puheentunnistusteknologia otti suuria harppauksia eteenpäin ja antaa siten toivoa sen käytökelpoisuudelle yleisenä tekstinsyöttömenetelmänä (Ruan, Wobbrock, Liou, Ng & Landay, 2016).

### 3 TUTKIMUSTULOKSIA

Tänä päivänä ihmiset käyttävät valtavasti aikaa tekstinsyöttöön älypuhelimillaan (Smith, 2015) ja monet käyttäen menetelmiä, jotka voivat olla pahimmillaan tuskastuttavia etenkin pitkien tekstien kirjoittamiseen. Edellisessä luvussa esiteltiin lyhyesti yleisimmät älypuhelimissa käytettävät tekstinsyöttömenetelmät. Tässä luvussa tarkastellaan käytettävyydestä tutkimuksen näkökulmasta niitä eri tapoja, joilla tekstinsyöttöä älypuhelimella voidaan helpottaa. Käytettävyys voidaan määritellä asiantilana, jolloin tietyt käyttäjät voivat käyttää tuotetta saavuttaakseen tietyt tavoitteet tehokkaasti ja tyydyttävästi (ISO, 1998).

Aineiston hakemiseen käytettiin Jyväskylän yliopiston verkkoyhteyttä, josta on pääsy moniin tieteellisiin julkaisuihin. Tutkielmassa käytetty aineisto löytyi hakemalla artikkeleita tieteellisistä lehdistä ja konferensseista hakusanoilla "touchscreen keyboard physical", "text entry efficiency", "mobile keyboard", "mobile text input", "smart phone text input", "data entry mobile", "text entry mobile phone" ja "mobile phone soft keyboard".

WPM on tutkimustuloksissa usein käytetty termi. WPM tulee sanoista words per minute, eli sanoja minuutissa. Yksi sana on viisi merkkiä mukaan lukien välilyönnit ja välimerkit.

#### 3.1 Näppäinpainallustuntuman korvaajat

Modernin älypuhelimien kosketusnäyttö korvaa useita syöttölaitteita (esim. fyysiset näppäimet, hiiri ja kosketuslevy) samalla mahdollistaen luonnolliselta tuntuvan vuorovaikutuksen, jossa käyttöliittymä reagoi kosketukseen samassa kohdassa (Byungkil & Kwangtaek, 2015). Virtuaalinäppäimistön suosio perustuu osittain tämän teknisen oivalluksen hyödyntämiseen, mutta myös yksi sen puutteista liittyy siihen. Kosketusnäytön pinnassa ei ole samanlaista kosketus- ja painallustuntumaa kuin fyysisissä näppäimissä. Suurin osa kirjoitusvirheistä tehdään siksi, että käyttäjä ei saa näppäinpainallukselleen vahvistusta (Byungkil & Kwangtaek, 2015). Samasta syystä johtuen virtuaalinäppäimistöllä on vaikeampi kirjoittaa katsomatta näppäimistöön, kävellessä tai epätasaisessa kyydissä. Tätä puutetta paikkaamaan on kehitetty korvaavia palautetyyppejä kosketusnäytön näppäinpainallukselle. Yleisimmät ovat värähdys, ääni ja visuaalinen efekti. Äänipalaute voi olla monessa paikassa tungetteleva, ja visuaalinen efekti vaatii käyttäjää katsomaan näppäimiin. Tuntoaistiin perustuva värinäpalaute puolestaan auttaa käyttäjää kirjoittamaan katsomatta koko ajan näppäimiä, eikä ole tungetteleva (Byungkil & Kwangtaek, 2015). Sormenpäissä tuntuva palaute auttaa käyttäjää sijoittamaan sormensa siten, että kirjoituksesta tulee tarkempaa (Rabin & Gordon, 2004).

Byungkil ja Kwangtaek (2015) suorittivat kokeen, jossa he sijoittivat älypuhelimien (Nokia Lumia 520) kosketusnäytön alle useita pietsosähköisiä aktuaattoreita jäljittelemään korkealaatuista vaikutelmaa näppäinpainalluksesta. Koehenkilöinä oli 12 taitavaa konekirjoittajaa, joilla oli vähintään vuoden kokemus kosketusnäytöllisistä mobiililaitteista. Koetilanteessa henkilöt kirjoittivat laitteella kolmella eri palautetyypillä 1) vain visuaalinen efekti, 2) visuaalinen ja ääniefekti ja 3) visuaalinen efekti ja värinäpalaute. Tutkimustuloksissa kirjoitusnopeus oli 24,24-26,77 WPM värinäpalauteen ollessa korkeimmalla tuloksissa. Koehenkilöt valitsivat värinäpalauteen parhaaksi myös kyselyssä koskien palautetyyppien käyttämisen nautintoa, mukavuutta, fyysisyyttä, turhautumista, kirjoitusvirheiden vähenemistä ja kirjoitusnopeutta. Näppäinpainalluksen vahvistuksesta äänipalaute sai koehenkilöiltä korkeimman arvosanan. Tämä on linjassa sen kanssa, että värinäpalauteen kanssa koehenkilöt tekivät eniten kirjoitusvirheitä. Tutkijat pitivät tätä mielenkiintoisena tuloksena, sillä värinäpalaute sai parhaat tulokset kaikilla osa-alueilla taulutietokoneella tehdyssä kokeessa sekä muiden tutkijoiden tekemissä tutkimuksissa.

## **3.2 Tekstinsyöttömenetelmät vertailussa keskenään**

Smith ja Chaparro (2015) vertailivat käytettävyydestä tutkimuksessaan Motorola Droid 4 -älypuhelimien tekstinsyöttömenetelmiä käyttäen koehenkilöinä 25 nuorta aikuista ja 25 ikääntyneempää aikuista. Ryhmien keski-ikä oli 24,4 ja 68,8 vuotta. Koehenkilöiden täytyi olla noviiseja, eli osanottajilla ei saanut olla kokemusta tekstinsyöttömenetelmistä älypuhelimella. Tällä pyrittiin hallitsemaan kokemuksen vaikutusta tutkimustuloksiin.

### **3.2.1 Tutkimusmenetelmä**

Koehenkilöille esiteltiin tekstinsyöttömenetelmät, jotka olivat fyysinen näppäimistö, virtuaalinäppäimistö, pyyhkäisykirjoitus, käsialantunnistus ja puheentunnistus. Esittelyn jälkeen heille annettiin ennakoasenteita mittaava kyselylomake siitä, kuinka houkuttelevana tai hyödyllisenä koehenkilö piti kutakin tekstinsyöttömenetelmää. Seuraavaksi koehenkilöille annettiin tehtäväksi kirjoittaa kullakin tekstinsyöttömenetelmällä 20 lausetta (joista ensimmäiset 5 harjoituskertoja) niin nopeasti ja tarkasti, kuin mahdollista käyttämättä välimerkkejä ja isoja alkukirjaimia. Kirjoitustarkkuudeksi suositeltiin sellaista tekstiä, jonka koehenkilö voisi lähettää ystävälleen. Kaikkia tekstinsyöttömenetelmiä käyttäessä älypuhelimella täytyi pitää vaakatasossa, paitsi puheentunnistusta käyttäessä laitetta tuli pitää pystyasennossa. Käyttäjät antoivat mieltymyksensä mukaisen arvon menetelmien käytettävyydestä ja siitä, kuinka houkuttelevina ja hyödyllisinä he pitivät niitä testin jälkeen.

### 3.2.2 Tekstinsyöttönopeus ja kirjoitusvirheet

Puheentunnistus oli tutkimuksen nopein tekstinsyöttömenetelmä ja siinä oli samalla vähiten eroa ryhmien välillä (~45 WPM nuorilla ja ~42 WPM ikääntyneillä). Toiseksi nopein menetelmä syöttää tekstiä älypuhelimeen oli fyysinen näppäimistö, jolla nuoret pääsivät ~29 WPM ja ikääntyneet ~17 WPM keskimääräiseen kirjoitusnopeuteen. Virtuaalinäppäimistöllä nuoret kirjoittivat ~17 WPM ja ikääntyneet ~8 WPM nopeudella. Pyyhkäisykirjoituksella taas nuoret pääsivät hiukan korkeampaan ~20 WPM ja ikääntyneet ~11 WPM kirjoitusnopeuteen. Käisialantunnistus oli tutkimuksen hitain tekstinsyöttötapa nuorten syöttäessä tekstiä sen avulla 9 WPM ja ikääntyneiden 7 WPM nopeudella.

Kirjoitusvirheitä tehtiin vähiten käytettäessä fyysistä näppäimistöä, nuoret keskimäärin ~2,0% ja iäkkäät ~3,0%. Puheentunnistusta käytettäessä virheitä tuli lähes yhtä vähän (nuoret ~2,2% ja iäkkäät ~2,0%). Virtuaalinäppäimistöllä kirjoitusvirheprosentit olivat ~1,6 ja ~4,4 ja pyyhkäisynäppäimistöllä ~1,4 ja ~4,6. Käisialantunnistus teetätti tekstinsyöttömenetelmistä eniten kirjoitusvirheitä, nuorilla ~1,7% ja iäkkäillä ~6,5%. Iäkkäät koehenkilöt tekivät selvästi enemmän kirjoitusvirheitä kuin nuoret lukuun ottamatta puheentunnistusta.

### 3.2.3 Koehenkilöiden omat arviot

Koehenkilöiden antamissa käytettävyydsarvioissa kärkisijoilla olivat fyysinen näppäimistö ja puheentunnistus. Arvosteluasteikon ollessa skaalalla 0-100 fyysinen näppäimistö sai nuorilta ~88 ja iäkkäiltä ~79, ja puheentunnistus ~80 ja ~82. Pyyhkäisykirjoitus (~76 ja ~57) sai paremmat arviot kuin virtuaalinäppäimistö (~68 ja ~47). Käisialantunnistukselle annettiin alimmat arviot ~43 ja ~38 pisteellä.

Ennakoasenteiden muuttuminen koetilanteen jälkeen kertoi omalta osaltaan tekstinsyöttömenetelmien käytettävyydestä. Fyysinen näppäimistö, puheentunnistus ja pyyhkäisykirjoitus saivat koehenkilöiltä paremmat arviot koetilanteen jälkeen. Käisialantunnistus ja virtuaalinäppäimistö taas saivat huonommat arviot kokeiden jälkeen.

### 3.2.4 Automaattinen puheentunnistus tuloksissa ykkösenä

Koetulosten ja koehenkilöiden omakohtaisten arvioiden perusteella puheentunnistus antoi iäkkäiden ryhmälle myönteisimmän kokemuksen ja nuorten ryhmälle puheentunnistus sekä fyysinen näppäimistö. Erityisen kiinnostavaa oli, että puheentunnistus oli ainoa tekstinsyöttömenetelmä, jossa iäkkäiden ja nuorten ryhmällä ei ollut eroa millään osa-alueella. Osanottajat kertoivat, että puheentunnistus oli nopea, tarkka, helppo ja luonnolliselta tuntuva tapa syöttää tekstiä. Tutkijat kuitenkin muistuttavat, että koetilanne oli laboratorio-olosuhteissa ilman taustameteliä, ja että osallistujat eivät olleet varmoja, käyttäisivätkö he puheentunnistusta hälyssä tai sellaisessa paikassa, jossa yksityisyys olisi huolenaiheena.

Fyysinen näppäimistö oli kummallekin ryhmälle toiseksi paras menetelmä syöttää tekstiä. Koeryhmät raportoivat, että fyysisen näppäimistön käyttäminen

oli mukavaa ja siihen oli helppo tottua, koska se muistutti niin paljon syli- ja pöytäkoneen näppäimistöä. Fyysisen näppäimistön kosketustuntuma, näppäinpainalluksen hiljainen naksautus ja näppäinten reunojen välit vähensivät arvailua, missä mikäkin näppäin on, mikä selittää osallistujien raportteja tarkemmasta ja hallittavamasta tekstinsyötöstä.

Virtuaalinäppäimistö pärjasi hiukan huonommin kuin pyyhkäisynäppäimistö, mikä oli yllättävä tulos, sillä pyyhkäisynäppäimistö oli osallistujareporttien mukaan vieraampi tekstinsyöttömenetelmä. Virtuaalinäppäimistössä ei ollut kokeen aikana ääni- eikä värinäpalautetta näppäinpainalluksille. Tosin Byungkilin ja Kwangtaekin (2015) tutkimustulosten perusteella näppäinpainalluspalautteet eivät todennäköisesti olisi nostaneet virtuaalinäppäimistön kirjoitusnopeutta pyyhkäisynäppäimistön edelle. Monet osallistujista eivät pitäneet virtuaalinäppäimistön visuaalisesta tehosteesta, joka tuli näppäinpainalluksesta, ja iäkkäät olivat hämmentyneitä symboleille tarkoitetusta ponnahdusvalikosta, joka tuli esiin, jos sormea pidettiin liian kauan näppäimen kohdalla.

Käsialantunnistus tekstinsyöttötapana turhautti koehenkilöitä, sillä he joutuivat muuttamaan luonnollista kirjoitustyyliään ja -nopeuttaan tarkentaakseen tunnistusta. Virhetunnistusten määrän pudottaminen onkin ollut käsialantunnistusteknologian tärkein päämäärä, mutta varsinainen pullonkaula on silti käsin kirjoittamisen nopeudessa – on hyvin vaikea kirjoittaa nopeasti ja samalla selkeästi (Zhai ym., 2002).

### 3.3 Pyyhkäisykirjoitus haastaa virtuaalinäppäimistön

Edellisen luvun tutkimustulosten perusteella pyyhkäisykirjoitus vaikuttaa luopaavalta tekstinsyöttötavalta. Koehenkilöt kirjoittivat sillä yhtä tarkasti kuin virtuaalinäppäimistöllä, mutta nopeammin. On siis perusteltua ottaa tarkempi katsoaus pyyhkäisynäppäimistöihin tässä luvussa.

Reyal ym. (2015) vertailivat tutkimuksessaan virtuaalinäppäimistöä ja pyyhkäisykirjoitusta. Tutkimus tehtiin käyttäen 12 koehenkilöä kahdessa eri kokeessa. Ensimmäinen koe toteutettiin laboratorio-olosuhteissa, joissa viiden 10 minuutin session aikana koehenkilöt kirjoittivat virtuaalinäppäimistöllä ja toisessa yhtä pitkässä istunnossa pyyhkäisykirjoituksella. Käytetty laite oli LG Nexus 4, jossa oli käyttöjärjestelmänä Android 4.3 ja virtuaalinäppäimistöohjelmana Google keyboard. Koehenkilöistä 10 oli käyttänyt ennen virtuaalinäppäimistöä, kolme pyyhkäisynäppäimistöä ja kaksi ei ollut älypuhelinikäyttäjiä.

Ensimmäisessä kokeessa keskimääräinen tekstinsyöttönopeus oli virtuaalinäppäimistöllä 29,1 WPM ja pyyhkäisynäppäimistöllä 25,4 WPM. Tekstinsyöttönopeus kasvoi jokaisen session jälkeen, ja viimeisen eli viidennen jälkeen se oli 32,8 ja 30,6 WPM. Ensimmäisen session kirjoitusvirhetaajuudet olivat 1,09% virtuaalinäppäimistöllä ja 2,34% pyyhkäisynäppäimistöllä. Kirjoituskertojen edetessä tälläkin osa-alueella erot tekstinsyöttömenetelmissä kuroutuivat pienemmiksi ja viimeisen session kirjoitusvirhetaajuudet olivat 1,11% ja 2,04%.

Älypuhelin on mobiililaite ja sen ominaispiirteisiin kuuluu käyttäminen hyvin monissa eri tilanteissa, joita laboratorio-olosuhteet eivät kykene jäljittelemään. Tutkimuksen toinen koe tehtiin tämän vuoksi jokapaikan tietotekniikan tutkimiseen paremmin sopivalla menetelmällä. Koehenkilöiden älypuhelimiin asennettiin ohjelma, joka antoi kirjoitustehtävän noin 10 kertaa päivässä 4 viikon ajan. Materiaali jaettiin yhdeksään jaksoon tulosten kronologisesti tarkastelua varten. Tässä kokeessa koehenkilöt käyttivät omia älypuhelimiaan, mutta virtuaalinäppäimistöohjelmalla täytyi olla Google Keyboard.

Toisen kokeen tulokset olivat silmiinpistävän erilaiset ensimmäiseen kokeeseen verrattuna. Pyyhkäisynäppäimistö oli kirjoitusnopeudessa virtuaalinäppäimistön edellä kaikissa yhdeksästä jaksosta. Ensimmäisessä jaksossa keskimääräiset kirjoitusnopeudet olivat 33,6 ja 30,1 WPM ja yhdeksännessä eli viimeisessä jaksossa 39,1 ja 31,1 WPM. Kirjoitusvirhetaajuus vaihteli pyyhkäisykirjoituksella, kun taas virtuaalinäppäimistöllä se aleni kokeen loppuvaiheessa. Pyyhkäisynäppäimistöllä se oli ensimmäisessä jaksossa keskimäärin 3,30% ja virtuaalinäppäimistöllä 2,44%. Viimeisessä jaksossa vastaavat luvut olivat 4,14% ja 1,65%.

Tutkijat arvelivat, että ero ensimmäisen ja toisen kokeen kirjoitusnopeuksissa voisi johtua siitä, että koehenkilöt käyttivät toisessa kokeessa omia älypuhelimiaan ja sen vuoksi olivat tottuneita laitteen käsittelyssä. Ensimmäinen koe tehtiin hiljaisessa ympäristössä tuolilla istuen ja suosien täten keskittynyttä tekstinsyöttöä. Kolmanneksi ja ehkä tärkeimmäksi syyksi tutkijat arvelivat, että pyyhkäisynäppäimistö on sen verran uusi tekstinsyöttötapa, että koehenkilöt alkoivat vasta toisessa kokeessa ymmärtää, kuinka pyyhkäisynäppäimistöä hyödynnetään paremmin.

Yksi suurimmista haasteista pyyhkäisynäppäimistölle on kirjoitusvirheiden suurehko määrä. Menetelmä perustuu sanaston käyttämiseen ja jos kirjoitettua sanaa ei löydy sanastosta, niin käyttäjä ei voi aina tietää, tekikö hän eleen väärin vai eikö sanaa vain löydy sanastosta. Sanastot ja niihin liittyvät ohjelmistot onneksi kehittyvät kaiken aikaa ja voivat tuoda ratkaisevasti apua tähänkin ongelmaan.

Tutkimuksessa huomattiin myös, että koehenkilön otteella laitteesta ja tavalla näppäillä sitä on vaikutusta tekstinsyötön nopeuteen ja tarkkuuteen. Kokeessa ei valitettavasti kontrolloitu kyseistä aspektia, joten siitä on vaikea saada tarkempia tuloksia, mutta tutkijat toivoivat lisätutkimusta aiheesta. Seuraavassa luvussa käydään läpi artikkelia, jossa tutkitaan kyseistä asiaa.

### **3.4 Näppäilyotteiden ja kävelyn vaikutus tekstinsyöttöön virtuaalinäppäimistöä käytettäessä**

Ihmiset käyttävät älypuhelimia usein kävellessään. Tässä luvussa esitellään kahden eri artikkelin tutkimustuloksia siitä, kuinka samanaikainen virtuaalinäppäimistöllä kirjoittaminen ja käveleminen vaikuttaa tekstinsyötön tarkkuuteen.

Toisessa tutkimuksista paneudutaan lisäksi siihen, miten älypuhelimien käyttäjät pitävät laitetta käsissään kirjoittaessaan virtuaalinäppäimistöllä ja millaisia vaikutuksia erilaisilla otteilla on tekstinsyöttöön.

Hugo, Tiago, Lucas ja Jorge (2014) tekivät tutkimuksen, jossa koehenkilöt kirjoittivat tietyn tekstinpätkän älypuhelimien virtuaalinäppäimistöllä paikoillaan, suoralla käytävällä kävellessä ja urbaania ympäristöä simuloivassa sokkelossa kävellessä. Paikoillaan koehenkilöt kirjoittivat keskimäärin 18,24 WPM, sokkelossa 14,82 WPM ja suoralla käytävällä kävellessä kirjoitusnopeus oli edellisten puolivälissä. Kirjoitusvirhetaajuus paikoillaan oli keskimäärin 10,63%, 11,85% sokkelossa ja käytävällä 13,27%. Tutkimuksessa huomattiin, että koehenkilöt hidastivat normaalia kävelynopeuttaan kirjoittaakseen tarkemmin. Suoralla käytävällä he etenivät keskimäärin 68,77% normaalista kävelynopeudestaan ja sokkeloisella kävelyradalla 60,86%.

Musić ja Murray-Smith (2015) huomasivat tutkimuksessaan saman asian, että ihmiset hidastavat spontaanisti kävelynopeuttaan käyttäessään älypuhelimia. Lisäksi he tutkivat viiden erilaisen pitely- ja näppäilytavan vaikutusta kirjoitustarkkuuteen. Paikoillaan ollessa vähiten kirjoitusvirheitä tuli, kun koehenkilöt pitivät älypuhelimia vaakatasossa ja käyttivät virtuaalinäppäimistöä etusormella (keskimääräinen virhetaajuus 11,96%). Eniten kirjoitusvirheitä tehtiin pystytasossa kummallakin peukalolla kirjoitettaessa, jolloin keskimääräiseksi virhetaajuudeksi tuli 30,12%. Tulos johtuu todennäköisesti siitä, että pystytasossa näppäimistölle on vähemmän tilaa, joten näppäimetkin ovat pienempiä ja peukalot ovat etusormeja isommat. Näppäilytävään käyttöliittymäelementtiin verrattuna sormi on suuri ja koska se on myös pehmeä, niin yleensä käyttäjä osuu kohteeseen eri kohdalla sormenpäätä, kuin olisi tarkoittanut (Holz & Baudisch, 2011). Kävellessä kirjoitusnopeus hidastui sitä mukaa, kuin kävelynopeutta nostettiin ja samalla kirjoitustarkkuus huononi. 75% normaalista kävelynopeudesta huomattiin olevan hyvä kirjoitustehokkuuden ja kävelynopeuden kompromissi. Nopein tapa syöttää tekstiä oli pitää älypuhelimia vaakatasossa ja kirjoittaa kummallakin peukalolla (keskimäärin 0,517 sekuntia näppäilyjen välissä). Hitain kirjoitusote oli pidellä laitetta pystytasossa ja näppäillä etusormella (0,558 s). Jokseenkin yllättävää oli, että nopeus ja tarkkuus huomioon otettuna tehokkain tapa syöttää tekstiä oli näppäillä etusormella laitetta vaakatasossa pidellen.

### 3.5 Puheentunnistusteknologia on kehittynyt nopeasti

Smithin ja Chaparron (2015) tutkimuksessa automaattinen puheentunnistus oli tekstinsyöttömenetelmänä paras kummallekin koeryhmälle. Kannustavien tulosten vuoksi tekstinsyöttömenetelmää tarkastellaan tässä luvussa lisää. Tällä kertaa tutkimuksessa on koehenkilöinä noviisien sijaan kokeneita älypuhelimikäyttäjää ja käytetyt tekniikat ja ohjelmistot ovat vähintään kaksi vuotta uudempia.

Ruan ym. (2016) vertailivat 32 koehenkilön tutkimuksessa kahta tekstinsyöttömenetelmää älypuhelimella, virtuaalinäppäimistöä ja puheentunnistusta.



Puolet osallistujista suoritti kokeen englannin kielellä ja puolet mandariinikiinalla, kukin omalla äidinkielellään. Tutkimuksessa käytetty älypuhelin oli iPhone 6 Plus, joka käytti palvelinpuolella toimivaa puheentunnistusjärjestelmää Baidu Deep Speech 2. Koska puheentunnistusjärjestelmä pudottaa epäkelvot sanat lauseista, niin paremman vertailtavuuden vuoksi kokeessa päätettiin käyttää myös virtuaalinäppäimistön sisäänrakennettua virheenkorjausta ja ennakoivaa tekstinsyöttöjärjestelmää.

Virtuaalinäppäimistö oli tässä tutkimuksessa kirjoitusnopeudeltaan keskimäärin 53,46 WPM englannin kielessä ja mandariinin kielessä 38,78 WPM. Puheentunnistus englanniksi oli keskimäärin 161,20 WPM ja mandariiniksi 108,43 WPM. Kirjoitusnopeudet sisältävät virheiden korjaamiseen menevän ajan, joka tehtiin puheentunnistuksenkin yhteydessä lopullisesti virtuaalinäppäimistöllä. Puheentunnistustehtävässä 1,05% tehtävän ajasta meni tekstin korjaamiseen puheentunnistuksella ja 6,9% virtuaalinäppäimistöllä, jonka koehenkilöt useimmiten valitsivat virheenkorjaustavakseen.

Virhetaajuudeksi virtuaalinäppäimistöllä tuli keskimäärin 3,68% englannin kielellä ja mandariinilla 20,54%. Puheentunnistusta käytettäessä vastaavat virhetaajuudet olivat 2,93% ja 7,51%. Mandariinikiinan korkea virhetaajuus virtuaalinäppäimistöllä selittää hitaamman kirjoitusnopeuden englanninkieliseen virtuaalinäppäimistöön verrattuna. Selittävänä tekijänä voi olla osaltaan myös se, että mandariininkielisestä näppäimistöstä yhden näppäimen takaa löytyy useita merkkivaihtoehtoja ja menetelmä on sen vuoksi hitaampi. Tutkimuksessa huomattiin myös, että kokemattomammat tekivät enemmän kirjoitusvirheitä virtuaalinäppäimistöllä, kun taas puheentunnistuksessa kokemuksesta johtuvia eroja ei löytynyt.

Puheentunnistustehtävässä keskimäärin 31,9% ajasta meni käyttäjästä johduttuihin viiveisiin. Koehenkilöt saattoivat odottaa parikin sekuntia puheentunnistusjärjestelmän kytkemisestä päälle ennen kuin aloittivat puhumaan. Myös osa koehenkilöistä empi "valmis" -napin painamista, vaikka olivat jo puhuneet tehtävän vaatiman lauseen. 24,1% ajasta meni järjestelmäviiveisiin, jotka olivat pääasiassa puheentunnistusjärjestelmän prosessointiaikoja tunnistettavaksi läheteille puheelle. Voinee olettaa, että puheentunnistusnopeus kasvaa huomattavasti käyttäjän saadessa enemmän kokemusta sekä järjestelmien nopeutuessa.

Tulosten mukaan puheentunnistus oli kolme kertaa nopeampi ja selvästi tarkempi tekstinsyöttömenetelmä. Puheentunnistus tuotti kirjoitusvirheitä englanniksi 21,6% vähemmän ja mandariinikiinaksi 64,3% vähemmän kuin virtuaalinäppäimistö. Koehenkilöiden subjektiivisten arvioiden mukaan puheentunnistusmenetelmä oli luonnollisempi, sujuvampi, pystyi tunnistamaan useimmat sanat välittömästi ja oli helppo oppia käyttämään. Tutkimus oli toteutettu hiljaisessa huoneessa ja tutkijat toivoisivat lisätutkimusta siitä, miten hälyisä ympäristö vaikuttaa puheentunnistusteknologiaan.

## 4 Yhteenveto

Tärkein käyttöliittymäsuunnittelun periaate on tuottaa intuitiivisia ja tehokkaita käyttöliittymiä (Page, 2011). Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat tehokkaimmat tavat syöttää tekstiä älypuhelimella. Ensin tekstinsyöttömenetelmät rajattiin sellaisiin, joita käytetään nykyaikaisissa älypuhelimissa ja jotka ovat varteenotettavia eivätkä vain kokeellisella asteella. Toisessa luvussa tekstinsyöttömenetelmät esiteltiin pääpiirteissään hieman teknologista historiaa sivuten ja kolmannessa luvussa käytiin läpi niitä koskevia tutkimustuloksia. Tutkimustuloksissa tekstinsyöttömenetelmien tehokkuutta mitattiin sillä, kuinka nopeasti ja tarkasti koehenkilöt kirjoittivat kullakin tekstinsyöttömenetelmällä ja minkälaisia subjektiivisia arvioita koehenkilöt niistä antoivat.

Tutkimustulosten mukaan puheentunnistus oli tekstinsyöttömenetelmistä selvästi nopein ja vain fyysisellä näppäimistöllä tehtiin vähemmän kirjoitusvirheitä. Puheentunnistus oli ainoa tekstinsyöttömenetelmä, jossa ryhmään katsomatta iäkkäät, nuoret, noviisit ja kokeneet älypuhelinkäyttäjät saivat yhtä hyviä tuloksia. Tutkimuksista uusin (vuodelta 2016) osoitti puheentunnistuksen kehittyneen huimaa vauhtia yltäen jopa kolminkertaiseen kirjoitusnopeuteen virtuaalinäppäimistöön verrattuna. Pelkästään tutkimustulosten perustella puheentunnistus todellakin näyttää tulevaisuuden tekstinsyöttömenetelmältä, jolla päästään jo nyt kirjoitustehokkuudessa pöytätietokoneen fyysisestä näppäimistöä ohi. Tutkijat kuitenkin itsekin toivovat lisätutkimusta hiljaisten laboratorio-olosuhteiden ulkopuolelta, jotta selviäisi, miten puheentunnistus pärjää hälyisessä ympäristössä. Osa koehenkilöistä myös ilmoitti, etteivät välttämättä käyttäisi puheentunnistusteknologiaa yleisillä paikoilla. Vaatimus internetyhteydelle on myös eräs puheentunnistuksen puutteista, sillä voi tulla tilanteita, jolloin internetyhteyttä ei ole saatavilla. Karatin ym. (1999) mukaan monien käyttäjien mielestä oli vaikeaa puhua ja ajatella samaan aikaan, joten näppäimistö tuntui heidän mielestä luonnollisemmalta tavalta syöttää tekstiä. Tätä asiaa eivät uudet tehokasta puheentunnistusta hyödyntävät tutkimukset ole ottaneet huomioon käyttäessään koetehtävissään valmiin tekstin syöttämistä älypuhelimeen. Yksi syy siihen voi olla, että spontaani tekstin tuottaminen ja syöttäminen omasta päästä on vaikea tutkimuskohde.

Älypuhelimeen sisäänrakennettu fyysinen näppäimistö oli mukana vain yhdessä tutkimuksessa, mikä oli yllättävää, sillä siinä tutkimuksessa olivat mukana vertailussa kaikki yleisimmät tekstinsyöttömenetelmät, ja fyysinen näppäimistö oli niistä toiseksi nopein ja kirjoitustarkkuudessa paras. Fyysisen näppäimistön kiistattomiin etuihin lasketaan kirjoitustuntuma, joka tulee siitä, että näppäinten rajat ja painallus tuntuvat sormenpäissä. Tämän ansiosta käyttäjä voi oppia tuntemaan näppäimistön niin hyvin, että voi kirjoittaa katsomatta näppäimistöön. Sormia voi myös lepuuttaa näppäinten päällä toisin kuin kosketusnäyttöön pohjautuvilla virtuaalinäppäimistöillä (Findlater & Wobbrock, 2012). Näiden tutkimustulosten valossa älypuhelimien käytettävyyttä voitaisiin paran-

taa oleellisesti, jos niihin sisällytettäisiin fyysinen näppäimistö, joten on kummallista, että sellaiset mallit ovat nykyään harvinaisuus. Smith ja Chaparro (2015) arvelevat valmistajien jättävän fyysisen näppäimistön pois tuottaakseen kevyempiä ja edullisempia laitteita. Toiset lähteet taas arvelevat asian johtuvan osittain siitä, että on monia kolmansien osapuolten mobiilisovelluksia, jotka eivät tue älypuhelimien käyttöä joko vaakatai pystytasossa, jolloin fyysisen näppäimistön kiinteä asennus olisi ongelmallinen.

Virtuaalinäppäimistö on tällä hetkellä tekstinsyöttömenetelmien de facto -standardi. Nykyaikaisissa älypuhelimissa on lähes koko laitteen kokoinen kosketusnäyttö ja laitteiden ohjelmisto antaa oletusarvoisesti virtuaalinäppäimistön tilanteissa, joissa käyttäjä voi syöttää tekstiä laitteeseen. Menetelmä on kuitenkin kosketustuntuman puutteen vuoksi hidas ja epätarkka. Tätä puutetta korjaamaan on kehitetty useita erilaisia apukeinoja, kuten virheenkorjausjärjestelmät ja ennakoiva tekstinsyöttö. Nämä keinot kuitenkin vievät käyttäjän tarkkaavaisuutta kirjoittamisesta, sillä hänen täytyy valita annetuista vaihtoehdoista oikea ja olla valmis perumaan väärät korjaukset. Vaikka tuloksena ei olisi nopeampi tekstinsyöttö, niin käyttäjät raportoivat subjektiivisesti miellyttävämpää kokemusta (Quinn & Zhai, 2016). Näppäilyotteiden vaikutus osoittautui merkittäväksi ja tulosten perusteella virtuaalinäppäimistöä käytettäessä paikoillaan nopein tapa kirjoittaa on vaakatasossa kummallakin peukalolla. Liikkeessä tai huonon keskittymisen nopein ja tarkin tapa kirjoittaa on vaakatasossa yhdellä etusormella näppäillen. Näppäilypalautetyypeillä voidaan myös hiukan parantaa kirjoitusnopeutta ja -tarkkuutta. Näppäinasennuksen vaihtaminen olisi kiinnostava tutkimuskohde, sillä kirjoitusnopeutta voidaan laskennallisesti arvioituna parantaa jopa yli 40% vaihtamalla QWERTY paremmin optimoituun näppäinasennukseen (MacKenzie & Soukoreff, 2002).

Pyyhkäisynäppäimistö on esiteltyistä uusien tekstinsyöttömenetelmien de facto -standardi. Se on tutkimustuloksissa ollut hiukan virtuaalinäppäimistöä nopeampi tekstinsyöttömenetelmä ja on täten hyvä vaihtoehto virtuaalinäppäimistölle. Erityisen mielenkiintoiseksi vaihtoehdoksi pyyhkäisykirjoituksen tekee se, että tutkimusten mukaan se on luotettavampi tilanteissa, joissa käyttäjä joutuu keskittymään moneen eri asiaan yhtä aikaa. Joutuessaan käyttämään kumpaakin tekstinsyöttömenetelmää pidemmän aikaa, useat koehenkilöt valitsivat pyyhkäisykirjoituksen pysyvästi omaksi tekstinsyöttömenetelmäkseen (Reyal ym., 2015). Eräs pyyhkäisynäppäimistön puutteista on sen käytön perustuminen sanastoon, jolloin aina ei löydy oikeaa sanaa, vaikkakin sen voi aina lisätä itse. Tätä puutetta osaltaan helpottaa se, että pyyhkäisynäppäimistö toimii usein myös tavallisena virtuaalinäppäimistönä. Näppäimistöjen sanastot ja niiden käyttölogiikka myös kehittyvät ajan myötä.

Lisätutkimusta kaivataan kaikkien esiteltyjen tekstinsyöttömenetelmien osalta osana käyttäjän arkea. Laboratoriotutkimukset eivät edusta jokapaikan tietotekniikalle ominaista käyttöä, vaikkakin kaikenlainen tutkimus aiheesta on tervetullutta, sillä tutkimusta on tehty hyvin vähän. Syynä tälle voi olla eräs alalle tyypillinen ongelma: tutkimuksen hitaus ja tekniikan ja ohjelmistojen nopea kehitys. Tyypillisesti kattavan ja huolellisen tutkimuksen tekeminen saattaa

kestää kaksi vuotta, ja tieteellisen lehden toimituksen tarkastus ja julkaisuun saattaminen voi viedä vuoden. Jos tutkimukseen käytetty aika on kolme vuotta, niin tuskin siitä julkaistu artikkeli on enää kovin merkityksellinen mobiililaitteiden nykyisessä kehitystahdissa.

## LÄHTEET

- Bailey, R. W. (1996). *Human performance engineering: Designing high quality, professional user interfaces for computer products, applications, and systems*. (3. uud. painos). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Baumann, K. & Thomas, B. (2001). *User Interface Design for Electronics*. Taylor & Francis, London.
- Byungkil H. & Kwangtaek K. (2015). Typing performance evaluation with multimodal soft keyboard completely integrated in commercial mobile devices. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 9(3), 173–181.
- Carpalx (2017). Typing Effort Model – Characteristics of a Successful Model. Haettu 28.5.2017 osoitteesta [http://mkweb.bcgsc.ca/carpalx/?typing\\_effort](http://mkweb.bcgsc.ca/carpalx/?typing_effort)
- comScore. (2017). 2017 US Cross Platform Future in Focus. Haettu 27.4.2017 osoitteesta <http://www.comscore.com/Insights/Presentations-and-Whitepapers/2017/2017-US-Cross-Platform-Future-in-Focus>
- Faraj, S. & Sambamurthy, V. (2006). Leadership of Information Systems Development Projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 53(2), 238–249.
- Findlater L. & Wobbrock J. (2012). From plastic to pixels: in search of touch-typing touchscreen keyboards. *interactions* 19(3): 44-49.
- Holz C. & Baudisch P. (2016). Understanding touch. Teoksessa *CHI '11 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (s. 2501–2510). ACM, New York, NY, USA.
- Hugo N., Tiago G., Lucas D. & Jorge J. (2014). Mobile text-entry and visual demands: reusing and optimizing current solutions. *Universal Access in the Information Society*, 13(3), 291–301.
- ISO 9241-11 (1998). *International Standard, Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) Part 11: Guide on Usability*, 1<sup>st</sup> ed., International Organisation for Standardisation, Genève, Switzerland
- Karat C., Halverson C., Horn D. & Karat J. (1999). Patterns of Entry and Correction in Large Vocabulary Continuous Speech Recognition Systems. Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '99)* (s. 568–575). ACM, New York, NY, USA.
- MacKenzie S. & Soukoreff R. (2002). Text Entry for Mobile Computing: Models and Methods, Theory and Practice. *Human-Computer Interaction*, 17(2-3), 147–198.
- MOT Kielitoimiston sanakirja (2017). Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy
- Musić J. & Murray-Smith R. (2015). Nomadic Input on Mobile Devices: The Influence of Touch Input Technique and Walking Speed on Performance and Offset Modeling. *Human-Computer Interaction*, 31(5), 420–471.
- Page, T. (2011). Interaction and usability considerations in the design of mobile phones. *Journal of Design Research* 9(3), 281–300.

- Quinn P. & Zhai S. (2016). A Cost-Benefit Study of Text Entry Suggestion Interaction. *Teoksessa Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (s. 83–88). ACM, New York, NY, USA.
- Rabin E. & Gordon A. (2004). Tactile feedback contributes to consistency of finger movements during typing. *Experimental Brain Research*, 155(3), 362–369.
- Reyal S., Zhai S. & Kristensson P. (2015). Performance and User Experience of Touchscreen and Gesture Keyboards in a Lab Setting and in the Wild. *Teoksessa Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15)* (s. 679–688). ACM, New York, NY, USA.
- Ruan S., Wobbrock J., Liou K., Ng A., Landay J. (2016). Speech Is 3x Faster than Typing for English and Mandarin Text Entry on Mobile Devices. 1608.07323v1 [cs.HC] 25 Aug 2016.
- Smith, A. (2015). U.S. Smartphone Use in 2015. Haettu 30.5.2017 osoitteesta <http://www.pewinternet.org/2015/04/01/us-smartphone-use-in-2015/>
- Smith, L. & Chaparro, S. (2015). Smartphone Text Input Method Performance, Usability, and Preference With Younger and Older Adults. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 57(6), 1015–1028.
- Zhai S., Hunter M. & Smith A. (2002). Performance Optimization of Virtual Keyboards. *Human-Computer Interaction*, 17, 229–269.