

Mobiililaitteiden käytettävyys

Simo Niiranen

02.06.2008

Joensuun yliopisto
Tietojenkäsittelytiede
Pro Gradu -tutkielma

Tiivistelmä

Pienikokoiset, vähän virtaa kuluttavat ja langattomilla verkkoyhteyksillä varustetut mobiililaitteet mahdollistavat tuttujen työtehtävien tekemisen täysin uusissa paikoissa. Laitteiden pieni koko yhdistettynä liikuteltavuuteen luo uusia haasteita käytettävyyden osalta. Koska mobiililaitteiden erityispiirteet tuovat mukanaan merkittäviä kognitiivisia ja ergonomisia rajoitteita, jotka vaikuttavat laitteiden ja ohjelmistojen käytettävyyteen, tulisi helppokäyttöisyyden olla avainasemassa näitä laitteita ja ohjelmistoja suunniteltaessa. Tässä työssäni määrittelen aluksi, mitä ovat mobiililaitteet ja perehdyn käytettävyyden käsitteeseen. Erityisesti keskityn tutkimaan mobiililaitteiden käytettävyyden haasteita sekä niiden mahdollisia ratkaisuja. Jaan haasteet neljään osittain päällekkäiseen ryhmään: käyttöympäristön aiheuttamiin, sosiaalisiin, teknisiin sekä tiedon syöttämiseen ja tulostukseen liittyviin haasteisiin. Näiden haasteiden ratkaisemisen tulisi olla jokaisen laitevalmistajan tavoitteena, sillä hyvä käytettävyys on myös myyntivaltti.

ACM-luokat (ACM Computing Classification System, 1998 version): H.5.0, H.5.2

Avainsanat: käytettävyys, käyttökokemus, mobiililaitteet

Abstract

Mobile devices that are small, consume little power and have wireless Internet access enable us to work in completely different environments. Small size combined with extreme moveability creates new challenges for usability engineers. Because the special characteristics of a mobile device entail significant cognitive and ergonomic constraints that influence the usability of the devices and the applications in it, ease of use should be a key factor when designing these devices and applications. In my work I first define what mobile devices are and look in to the concept of usability. I especially focus on the research of the usability challenges of mobile devices and the possible solutions to these challenges. I divide the challenges in to four partly overlapping groups: environmental, social, technical and Input/Output related challenges. Solving these challenges should be the goal of every device manufacturer, because nowadays usability can also be a good selling point.

ACM classes (ACM Computing Classification System, version 1998): H.5.0, H.5.2

Keywords: usability, user experience, mobile devices, usability challenges

Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
1.1 Työn tavoitteet ja tutkimusmenetelmä	1
1.2 Aineisto	2
2. Mitä ovat mobiililaitteet?	3
2.1 Mobiililaitteen ja pöytätietokoneen erot	4
2.2 Mobiililaitteiden tyypit	5
2.2.1 Matkapuhelimet	6
2.2.2 Älypuhelimet	8
2.2.3 Kämmentmikrot	9
2.2.4 Muut mobiililaitteet	10
3. Käytettävyys	11
3.1 Nielsenin viisi käytettävyyden ominaisuutta	11
3.2 Käytettävyystavotteet	14
3.3 Käyttökokemus	16
4. Mobiililaitteiden käytettävyyden haasteet	19
4.1 Mobiililaitteiden käyttöympäristöstä aiheutuvat haasteet	20
4.2 Sosiaaliset haasteet	22
4.2.1 Mobiililaitteiden suuret käyttäjäryhmät	22
4.2.2 Kulttuurien erot	23
4.2.3 Yksilöiden suhde uusiin laitteisiin	24
4.3 Tekniset haasteet	25
4.3.1 Mobiililaitteiden fyysiset ominaisuudet	25
4.3.2 Laskentateho, muistin määrä ja virrankulutus	27
4.3.3 Tiedonsiirron hitaus ja epävakaas	27
4.4 Tiedon syöttämiseen ja tulostukseen liittyvät haasteet	28
4.4.1 Tekstin syöttäminen	29
4.4.2 Pienet näytöt	37
4.4.3 Vaihtoehtoiset tavat antaa käyttäjälle palautetta	39
4.4.4 Vaihtoehtoiset tavat ohjata laitteita	40
5. Päätäntö	47

Lähdeluettelo

Liite 1: Sanasto

1 JOHDANTO

Pienikokoiset, vähän virtaa kuluttavat ja langattomilla verkkoyhteyksillä varustetut mobiililaitteet mahdollistavat työtehtävien tekemisen uusissa paikoissa ja luovat mahdollisuuksia kokonaan uudentlaisille lähestymistavoille jokapäiväisiin ongelmiin. Laitteiden pieni koko yhdistettynä liikuteltavuuteen luo uusia haasteita käytettävyydelle. Koska mobiililaitteiden erityispiirteet tuovat mukanaan merkittäviä kognitiivisia ja ergonomisia rajoitteita, jotka vaikuttavat laitteiden ja ohjelmistojen käytettävyyteen, tulisi helppokäyttöisyyden olla avainasemassa näitä laitteita ja ohjelmistoja suunniteltaessa. Mobiililaitteiden käyttäminen on yleistynyt viime vuosina räjähdysmäisesti, ja sen takia onkin tärkeää tutkia ja pyrkiä parantamaan näiden laitteiden käytettävyyttä.

1.1 Työn tavoitteet ja tutkimusmenetelmä

Tässä tutkielmassa käsittelem mobiililaitteiden erityispiirteistä aiheutuvia käytettävyyshaasteita sekä niiden mahdollisia ratkaisuja. Yleistä käytettävyyttä on tutkittu paljon, mutta mobiililaitteiden käytettävyyttä vähemmän ja mobiililaitteiden käytettävyydestä saatavilla oleva tieto on hajanaista. Myös laitteiden valmistajat tutkivat varmasti paljon käytettävyyttä, mutta nämä tutkimukset jäävät usein vain yrityksen sisäisiksi. Kokonaiskuvan saamiseksi sitä täytyy etsiä useista lähteistä, ja tässä Pro Gradu -tutkielmassani pyrin kokoamaan olemassa olevaa tietoa yksiin kansiin. Perehdyn aiheeseen kirjallisuuskatsauksen keinoin.

Tutkimuksen aikana etsin käytettävyyttä käsittelevää kirjallisuutta johon tutustuin. Tarkoituksena oli alunperin löytää artikkeleita, joissa käsitellään jonkin tietyn laitteen käytettävyyso ongelmia ja analysoida näitä ongelmia tilastollisesti. Tällaisia artikkeleita ei kuitenkaan juuri löytynyt, joten tutkimustehtäväksi muodostui mobiililaitteiden käytettävyyttä käsittelevän tiedon kokoaminen yhteen paikkaan ja erityisesti käytettävyyden haasteiden laadullinen käsittely.

1.2 Aineisto

Mobiililaitteista ja niiden erityisominaisuuksista sain tietoa muun muassa kirjoista Mobile User Experience (Hiltunen ym. 2002), Handheld usability (Weiss, 2002) ja Mobile Interaction Design (Jones & Marsden, 2006). Mobiililaitteiden käytettävyyttä koskevista uusista tekniikoista ja niiden hyödyntämisestä hain tietoa tutkimalla paitsi käytettävyyden alan kirjallisuutta myös konferenssijulkaisuja konferensseista kuten SIGCHI – Conference on Human Factors in Computing Systems. Pääsääntöisesti keskityin materiaaliin, joka on julkaistu vuonna 2000 tai sen jälkeen.

Tämä työ koostuu johdannosta, kolmesta luvusta ja päätännöstä. Lisäksi työhöni kuuluu sanasto ja lähdeluettelo. Toisessa luvussa määrittelen, mitä ovat mobiililaitteet. Kolmannessa luvussa perehdyn käytettävyyden käsitteeseen. Neljännessä luvussa käsittelen mobiililaitteiden erityispiirteistä aiheutuvia käytettävyyshaasteita ja niiden mahdollisia ratkaisuja. Päätännössä tiivistän tutkimustyöni tulokset. Kuvituksella olen pyrkinyt havainnollistamaan käsittelemiäni asioita.

2 MITÄ OVAT MOBIILILAITTEET?

Kirjallisuudessa mobiililaitteita ei määritellä yksiselitteisesti. Laajassa merkityksessä *mobiililaitteella* (mobile device) tarkoitetaan laitetta, joka on suunniteltu mukana kannettavaksi ja jota voidaan käyttää tiedon käsittelyyn tai langattomaan tiedonsiirtoon. Esimerkkejä mobiililaitteista ovat matkapuhelimet, kämmentietokoneet ja kannettavat tietokoneet. Myös langattomasti luettavat *RFID-tunnisteet* (radio frequency identification) sekä muut erittäin pienet näytöttömät laitteet voidaan luokitella mobiililaitteiksi. (Tietotekniikan termitalkoot 2008.) Mobiililaitteita voidaan määritellä myös suppeammin, kuten esimerkiksi Jones & Marsden (2006), jotka kirjoittaessaan mobiililaitteista tarkoittavat vain matkapuhelimia.

Tässä tutkielmassa mobiililaitteen määritelmän perustana käytetään Weissin (2002) määritelmää handheld-laitteesta. Sanan ”handheld” suomennos on ”kädessä pidettävä, kannettava”. Weiss kuvailee *handheld-laitteita* kannettaviksi, ilman muiden laitteiden apua toimiviksi, tiedonhallintaan ja kommunikointiin käytettäviksi laitteiksi. Handheld-laitteen on täytettävä seuraavat kolme vaatimusta:

1. Laitetta on voitava käyttää ilman kaapeleita, lukuun ottamatta lyhytaikaisia toimia, kuten akun lataamista tai synkronointia pöytätietokoneen kanssa.
2. Laitetta on voitava käyttää niin, että se on käyttäjän kädessä, ei pöydällä.
3. Laitteeseen on voitava lisätä ohjelmia, tai sen avulla on oltava mahdollista olla yhteydessä Internetiin.

Nämä ehdot eliminoivat mobiililaitteiden joukosta esimerkiksi kannettavat tietokoneet sekä useimmat MP3-soittimet, kannettavat videosoittimet, taskulaskimet, digitaaliset kamerat ja GPS-paikannuslaitteet. Vaikka tässä tutkielmassa mobiililaitteet on rajattu koskemaan laitteita, jotka täyttävät kaikki em. ehdot, voidaan käsiteltävien käytettävyyshaasteiden ratkaisuja kuitenkin osittain soveltaa myös laitteisiin, jotka täyttävät vain yhden tai kaksi ehtoa.

2.1 Mobiililaitteen ja pöytätietokoneen erot

Pöytätietokone on yhdessä paikassa kiinteästi pidettävä laite, kun taas mobiililaitteet ovat paikasta toiseen liikuteltavia. Näiden kahden laitetyypin välimuotoja ovat kannettavat tietokoneet sekä niin sanotut palmtop-tietokoneet¹. Nämä laitteet eivät täytä Weissin (2002) asettamia ehtoja, sillä niiden tehokas käyttäminen vaatii työtason. Kuten taulukosta 1 voidaan nähdä, mobiililaitteet ovat pöytätietokoneita pienempiä ja kevyempiä. Prosessoritehonsa ja muistikapasiteettinsa puolesta mobiililaitteet eivät ole suorituskyvyltään yhtä hyviä ja tehokkaita kuin pöytätietokoneet. Mobiililaitteiden etuina ovat kuitenkin kannettavuus ja pääsy tärkeisiin tietoihin paikasta riippumatta. (Weiss 2002.)

	Mobiililaite	Pöytätietokone
<i>Käyttötarkoitus</i>	Nopeat tiedonhaut. Kommunikointi, kuten pikaviestit ja äänipuhelut.	Pitkät tietojenkäsittelyoperaatiot. Internetin selaaminen ja sähköpostin käyttö
<i>Laitteen koko</i>	Voidaan käyttää seisaaltaan ilman pöytää. Usein taskukokoinen.	Vaatii pöydän käyttämistä varten. Voi olla myös kannettava.
<i>Liikkuvuus</i>	Voidaan käyttää helposti liikkeellä ollessa. Akku kestää pitkään.	Vaatii virtajohdon tai toistuvaa akun latausta.
<i>Liitettävyyden muihin laitteisiin ja tietoverkkoihin</i>	Hidasta ja epäluotettavaa.	Nopeaa ja luotettavaa.
<i>Syöttövälineet</i>	Kosketusnäyttö, numeronäppäimistö tai mininäppäimistö.	Täysikokoinen näppäimistö ja hiiri.
<i>Näytön resoluutio</i>	Noin 320x240 pikseliä tai vähemmän.	Noin 640x480 pikseliä tai enemmän
<i>Muistin määrä</i>	Lasketaan megatavuissa.	Lasketaan gigatavuissa
<i>Massamuisti</i>	Ei välttämättä ollenkaan. Joissain malleissa tuki muistikorteille, joiden koko voi olla muutamia gigatavuja.	CD, DVD ja kiintolevyt. Kiintolevyjen koot satoja gigatavuja.
<i>Suoritin</i>	Vähän virtaa kuluttava ja hidas.	Erittäin nopea, nopeus useita gigahertsejä.

Taulukko 1: Mobiililaitteen ja pöytätietokoneen ominaisuuksien vertailua. Weissiä (2002) mukailten.

¹ Tietokone joka on kooltaan pienempi kuin kannettava tietokone, mutta suurempi kuin kämmenmikro (Weiss 2002)

2.2 Mobiililaitteiden tyypit

Mobiililaitteet voidaan jakaa useampaan alakategoriaan esimerkiksi sen mukaan, millaisia toiminnallisuuksia ne tarjoavat. Joillain laitteilla voidaan lähettää multimediatekstejä (MMS) tai käyttää tekstinkäsittelyä ja toisilla voidaan pelata kolmiulotteisia pelejä. On tietysti olemassa laitteita, joilla voidaan tehdä kaikkia yllä olevia asioita. Laitteet voidaan erottaa toisistaan myös laitteiden koon ja käytössä olevien vuorovaikutustapojen mukaan. Laitteiden koot vaihtelevat pienistä sensoreista kämmenmikroiin. Suurimmassa osassa laitteista on näppäimiä, joita käyttäjä voi painaa, ja monissa laitteissa on myös kosketusnäyttö. (Jones & Marsden 2006.)

Hiltunen ym. (2002) toteavat, että mobiililaitteet voidaan jakaa eri kategorioihin myös sen perusteella, kuinka niitä käytetään. Esimerkiksi matkapuhelinta voidaan käyttää sujuvasti yhdellä kädellä. Tekstiviestin kirjoittamiseen ei tarvita kuin sen käden peukalo, jossa laitetta pidetään. Toinen käsi jää siis vapaaksi tekemään muita asioita. Kämmenmikron käyttämiseen tarvitaan sen sijaan molemmat kädet. Itse laitetta pidetään toisessa kädessä ja toisella kädellä käytetään kosketusnäyttöä. Laitteen käytettävällä on suuri merkitys käyttöliittymän suunnittelun kannalta.

Weiss (2002) jakaa mobiililaitteet kolmeen eri kategoriaan: matkapuhelimet, kämmenmikrot (PDA, Personal Digital Assistant) ja hakulaitteet. *Hakulaitteiden* (pager) ensisijainen käyttötarkoitus on sähköpostin käyttäminen ja kämmenmikrojen taas tiedon varastoiminen ja haku. Nykyään kaiken, mitä aikoinaan pystyi tekemään hakulaitteella voi tehdä kämmenmikrolla, ja tämän takia hakulaitteet ovat lähes kadonneet markkinoilta. Mielestäni näiden syiden takia hakulaitteet ja kämmenmikrot voidaan yhdistää yhdeksi laitekategoriaksi, kämmenmikroiksi. Toisaalta markkinoille on tullut paljon matkapuhelimia, joissa on QWERTY-näppäimistö sekä suuri värinäyttö. Näillä laitteilla on mahdollista soittaa puheluita ja lähettää tekstiviestejä, mutta myös selata Internetiä, lähettää sähköpostia ja katsella sekä muokata yleisimpiä dokumenttimuotoja. Näitä laitteita voidaan kutsua *älypuhelimiksi* (smartphone). Esimerkkejä tällaisesta laitteesta ovat Research In Motion -yhtiön valmistama Blackberry sekä Nokian Communicator -mallit. Taulukossa 2 on vertailtu matkapuhelimien,

kämmenmikrojen ja älypuhelimien ominaisuuksia. Weiss vertailee teoksessaan vain matkapuhelinta ja kämmenmikroa, mutta tässä esitettyyn taulukkoon olen lisännyt myös älypuhelimien.

	Matkapuhelin	Älypuhelin	Kämmenmikro
<i>Ensisijainen käyttötarkoitus</i>	Puheluiden soittaminen, tekstiviestien lähettäminen	Dokumenttien katselu ja muokkaus, Internetin selaaminen, sähköposti, puheluiden soittaminen	Henkilökohtaisten tietojen tallennus, organisointi ja synkronointi
<i>Syöttömenetelmä</i>	12-näppäiminen numeronäppäimistö, yhteensä noin 20-25 näppäintä	Kosketusnäyttö ja/tai QWERTY-näppäimistö	Kosketusnäyttö ja/tai QWERTY-näppäimistö
<i>Näytön koko</i>	Pieni	Melko suuri	Suuri
<i>Laitteen koko</i>	Pieni, käytetään usein yhdellä kädellä	Keskikokoinen, käytetään usein kahdella kädellä	Suurikokoinen, käytetään usein kahdella kädellä
<i>Kommunikaatio mahdollisuudet</i>	Äänen siirto GSM:n kautta, datan siirto GPRS, EDGE tai 3G yhteyden avulla. Usein myös Bluetooth- ja infrapunayhteydet	Äänen siirto GSM:n kautta, datan siirto GPRS, EDGE tai 3G yhteyden avulla. Usein myös Bluetooth- ja infrapunayhteydet	Synkronointi joko kaapelin, Bluetoothin tai infrapunavälillä
<i>Laajennettavuus</i>	Huono. Joissain puhelimissa muistikorttipaikka. Rajoitettujen ohjelmien lataaminen mahdollista	Ohjelmiston laajennettavuus hyvä	Sekä ohjelmiston että laitteiston laajennettavuus on hyvä

Taulukko 2: Matkapuhelimien, älypuhelimien ja kämmenmikrojen yleisimmät ominaisuudet. Weissiä (2002) mukaillen.

2.2.1 Matkapuhelimet

Matkapuhelinten ensisijainen käyttötarkoitus on puhelujen soittaminen ja niihin vastaaminen. Myös tekstiviestien (SMS, Short Message Service) ja multimediaviestien (MMS, Multimedia Messaging Service) lähettämisestä on tullut yksi matkapuhelimien suosituimmista

käyttötarkoituksista. Puhelinten näyttöjen kasvaessa ja datayhteyksien nopeutuessa myös internetsivujen selaaminen on tullut mahdolliseksi. Matkapuhelimiin on mahdollista ladata ohjelmia, mutta ne toimivat usein vain niin sanotussa hiekkalaatikkoympäristössä. *Hiekkalaatikkoympäristöllä* (sandbox environment) tarkoitetaan muusta järjestelmästä eristettyä ympäristöä, jossa ajettavat ohjelmat eivät pääse käsittelemään esimerkiksi kalenterin tai puhelinmuistion sisältämiä tietoja.

Yleensä matkapuhelimessa on vähintään 12 näppäintä sisältävä numeronäppäimistö, sekä sen lisäksi eriävä määrä muita näppäimiä. Suurimmassa osassa puhelimista on myös niin sanottuja softkey-näppäimiä. Näiden näppäinten käyttötarkoitus vaihtelee tilanteen mukaan. Näppäimen painaminen suorittaa sen toiminnon, joka lukee näytöllä näppäimen kohdalla juuri sillä hetkellä. Matkapuhelimien näytöt ovat usein pieniä verrattuina älypuhelimiin ja kämmenmikroihin. Nykyiset matkapuhelimet painavat noin sata grammaa ja voivat olla kooltaan pienempiä kuin tupakka-aski. Joissain malleissa näppäimistö liu'utetaan esiin laitteen sisästä ja niin sanotuissa simpukkamalleissa osa laitteesta taitetaan näppäimistön päälle. (Weiss 2002.)



Kuva 1: Esimerkki matkapuhelimesta, Nokia 6030. (Kuvaa käytetty Nokian luvalla)

2.2.2 Älypuhelimet

Älypuhelimet tarjoavat kehittyneempiä ominaisuuksia kuin normaalit matkapuhelimet. Näihin ominaisuuksiin kuuluvat esimerkiksi ohjelmiston laajennettavuus, tietojen synkronointi pöytä tietokoneen kanssa, internetsivujen selaus, sähköpostin lähetys ja kalenterin ylläpito. Näiden ominaisuuksien lisäksi älypuhelimilla voi tehdä myös kaiken sen, mitä matkapuhelimillakin voi tehdä. Älypuheliimiin on mahdollista ladata joko laitteen valmistajan tai kolmansien osapuolien valmistamia ohjelmia. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi erilaiset navigaatio-ohjelmat ja internetselaimet.

Tiedon syöttäminen älypuheliimiin onnistuu joko QWERTY-näppäimistön tai kosketusnäytön avulla. Laitteissa olevat näytöt ovat kooltaan isompia kuin normaaleissa matkapuhelimissa. Suuremman näppäimistön ja näytön takia laitteet ovat kooltaan suurempia kuin normaalit matkapuhelimet ja ne myös painavat enemmän.



Kuva 2: Esimerkki älypuhelimesta, RIM:n valmistama Blackberry Curve 8330. (Kuvaa käytetty Research in Motion Ltd:n luvalla.)

2.2.3 Kämmenmikrot

Kämmenmikrot ovat kädessä pidettäviä pienikokoisia kannettavia tietokoneita. Useimmilla laitteilla on mahdollista lähettää ja vastaanottaa sähköpostia, selata Internetiä, tehdä merkintöjä kalenteriin ja osoitekirjaan, käyttää tekstinkäsittelyä ja taulukkolaskentaa sekä synkronoida tietoja pöytäkoneen kanssa. Joissain malleissa on myös matkapuhelinominaisuudet. Tiedon syöttäminen tapahtuu usein kosketusnäytön ja osoitinkynän avulla, mutta joissain malleissa käytetään myös minikokoista QWERTY-näppäimistöä. Kämmenmikrot ovat yleensä kooltaan suurempia kuin matkapuhelimet ja älypuhelimet. Laitteet ovat kooltaan kuitenkin niin pieniä, että niiden pitkäaikainen käyttäminen onnistuu helposti ilman erillistä työtasoa. Sekä ohjelmiston, että laitteiston laajennettavuusmahdollisuudet ovat hyvät. Esimerkiksi tallennuskapasiteettia voi kasvattaa asentamalla suuremman muistikortin ja uusia toiminnallisuuksia saadaan liittämällä laitteeseen GPS-paikannin.



Kuva 3: Esimerkki Kämmenmikrosta, Nokia N810. (Kuvaa käytetty Nokian luvalla.)

2.2.4 Muut mobiililaitteet

On olemassa myös paljon sellaisia mobiililaitteita, joita käytetään vain tietyssä ympäristössä tai tietyn asian tekemiseen. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi museoissa käytettävät elektroniset oppaat sekä turisteille tarkoitettut sähköiset kaupunkioppaat. Näissä laitteissa voidaan käyttää tiedon syöttämiseen näppäimistön ja kosketusnäytön lisäksi myös muita menetelmiä, kuten esimerkiksi äänikomentoja. Laitteiden koot voivat vaihdella paljon käyttötarkoituksesta riippuen, mutta ne täyttävät silti kaikki kolme Weissin (2002) ehtoa ja ovat täten aitoja mobiililaitteita.

3 KÄYTETTÄVYYS

Jotta voidaan käsitellä mobiililaitteiden käytettävyyttä, on ymmärrettävä käytettävyyttä yleensä. Käytettävyytutkimus on menetelmä- ja teoriakenttä, jonka kautta käyttäjän ja laitteen yhteistoimintaa pyritään saamaan tehokkaammaksi ja käyttäjän kannalta miellyttävämmäksi. Käytettävyytutkimuksessa ihminen otetaan huomioon organisaation osana, työntekijänä ja tahtovana toimijana, toisin kuin ihmisen ja koneen välistä vuorovaikutusta (HCI, Human Computer Interaction) tutkittaessa. (Sinkkonen ym. 2002) Tässä luvussa käsittelen erilaisia näkemyksiä käytettävyydestä ja käyttökokemuksesta.

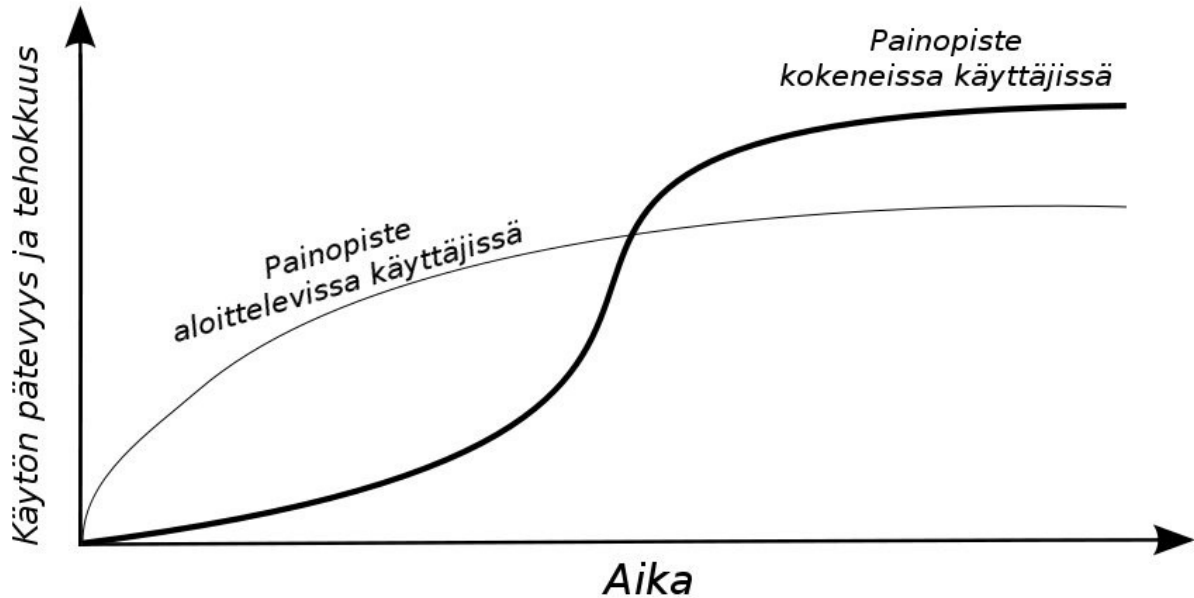
3.1 Nielsenin viisi käytettävyyden ominaisuutta

Jakob Nielsen (1993) korostaa, että käytettävyys ei ole käyttöliittymän yksittäinen, yksiulotteinen ominaisuus. Nielsen jakaa käytettävyyden seuraaviin viiteen osa-alueeseen:

1. *Opittavuus* (learnability): Järjestelmän käytön tulisi olla nopeasti opittavissa niin, että käyttäjä voi alkaa tehdä tuottavaa työtä mahdollisimman nopeasti.
2. *Tehokkuus* (efficiency): Järjestelmän käyttämisen tulisi olla tehokasta. Kun käyttäjä on oppinut käyttämään järjestelmää, hänen tulisi pystyä tekemään työtä nopeasti, tehokkaasti ja tuottavasti.
3. *Muistettavuus* (memorability): Järjestelmän toimintojen tulisi olla helposti muistettavissa. Järjestelmän satunnaisen käyttäjän ei pitäisi joutua opettelemaan toimintoja uudelleen joka käyttökerralla.
4. *Virheettömyys* (errors): Käyttäjän tekemien virheiden määrän tulisi olla mahdollisimman alhainen. Jos virheitä tapahtuu, niiden korjaamisen tulisi olla helppoa. Peruuttamattomia virheitä ei saa tapahtua.
5. *Subjekttiivinen miellyttävyys* (satisfaction): Järjestelmän käyttämisen tulisi olla käyttäjien mielestä miellyttävää. Käyttäjien tulisi pitää järjestelmän käyttämisestä.

Opittavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka helppoa järjestelmän käytön opetteleminen on. Nielsenin (1993) mielestä opittavuus on olennaisin käytettävyyden osa-alue, sillä useimpien järjestelmien on oltava helposti opittavissa. Lisäksi käyttäjät saavat ensivaikutelman järjestelmästä opitellessaan käyttämään sitä. Sharp ym. (2007) toteavat, että käyttäjät eivät halua käyttää paljon aikaa järjestelmän käytön opetteluun, vaan haluavat aloittaa työskentelyn välittömästi ja oppia järjestelmän ominaisuudet vähällä vaivalla. Tämä pätee varsinkin jokapäiväiseen käyttöön tarkoitetuissa tuotteissa, kuten DVD-soittimissa ja matkapuhelimissa, sekä tuotteissa joita käytetään vain harvoin, kuten videokonferenssilaitteistoissa. Toisaalta käyttäjät ovat valmiita kuluttamaan enemmän aikaa oppiakseen käyttämään monimutkaisia, suuren määrän toiminnallisuuksia tarjoavia järjestelmiä, kuten esimerkiksi ohjelmistokehitysympäristöjä tai kuvankäsittelyohjelmia. Onkin tärkeää määritellä kuinka paljon käyttäjät ovat valmiita kuluttamaan aikaa tuotteen opetteluun.

Nielsenin (1993) mukaan opittavuudella viitataan aloittelevan käyttäjän oppimiskäyrän alkuosaan. Helposti opittavien järjestelmien kohdalla käyrä kohoaa alussa nopeasti, joten käyttäjät saavuttavat nopeassa ajassa kohtuullisen tason tehokkuudessa. Kuvassa neljä esitetään oppimiskäyrät Nielsenin mukailleen.



Kuva 4: Oppimiskäyrät kuvitteellisille järjestelmille. Aloittelijoille suunnatussa järjestelmässä keskitytään helppoon opittavuuteen, mutta ei saavuta tehokkuudessa maksimitasoa. Kokeneille käyttäjille suunnatun järjestelmän käytön opetteluun kuluu taas enemmän aikaa, mutta tehokkuus kasvaa ajan myötä korkeammalle. Nielsenä (1993) mukaillen.

Tehokkuudella Nielsen (1993) puolestaan viittaa kokeneen käyttäjän tasaisena pysyvään suoritustasoon silloin, kun oppimiskäyrä on tasaantunut (katso kuva 4). On tietenkin huomattava, että kaikki käyttäjät eivät saavuta tätä tasoa kovinkaan nopeasti. On olemassa esimerkiksi käyttöjärjestelmiä, jotka ovat niin monimutkaisia käyttää, että asiantuntijatason saavuttaminen voi kestää vuosia. Sharp ym. (2007) viittaavat tehokkuudella tapaan, jolla järjestelmä tukee käyttäjää hänen suorittamissaan tehtävissä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että käyttäjä saa tehtyä haluamansa tehtävän mahdollisimman vähillä välivaiheilla ja mahdollisimman vähällä ulkoa muistamisella.

Nielsenin (1993) mukaan muistettavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka helppoa tuotteen käytön muistaminen on käytön oppimisen jälkeen. Muistettavuus on tärkeää varsinkin tuotteissa, joita käytetään harvoin. Vaikka käyttäjä ei olisi käyttänyt tuotetta kuukauteen tai jopa pitempään aikaan, tulisi hänen olla mahdollista muistaa tai palauttaa nopeasti mieleensä käytön perusteet. Sharp ym. (2007) tarkentavat, että jos opeteltavat toiminnot ovat epämääräisiä, epäloogisia tai huonosti järjestettyjä, muistaminen vaikeutuu ja käyttäjät joutuvat opettelemaan tuotteen käytön uudestaan ja uudestaan. Muistettavuutta parantavat esimerkiksi käyttöliittymän

yhtenäisyys, toimintoja kuvaavien ikonien käyttö ja samankaltaisten toimintojen järjestäminen kategorioihin.

Nielsen (1993) toteaa, että järjestelmät tulisi suunnitella sellaisiksi, että käyttäjät tekisivät mahdollisimman vähän virheitä niitä käyttäessään. Virheeksi luokitellaan mikä tahansa käyttäjän toiminta tai toimintaketjun osa, joka ei auta halutun päämäärän saavuttamisessa. Järjestelmän virheiden määrä voidaan mitata laskemalla virhetoimintojen lukumäärä käyttäjän suorittaessa tiettyä tehtävää. Osan virheistä käyttäjä voi korjata välittömästi ja niiden ainoa haitta on työtahdin hidastuminen, mutta jotkut virheet voivat olla tuhoisia. Tuhoiset virheet ovat joko sellaisia joita käyttäjä ei huomaa lainkaan, tai virheitä, joiden seurauksena käyttäjän tietoja voi kadota. Lievät ja tuhoiset virheet tulisi laskea erikseen ja kaikki tuhoiset virheet tulisi pyrkiä poistamaan järjestelmästä.

Subjektiiivisella miellyttävyydellä Nielsen (1993) tarkoittaa sitä, kuinka miellyttävää järjestelmän käyttäminen on. Tietyissä tuotteissa, kuten peleissä, tyytyväisyys on tärkeämpää kuin esimerkiksi suorituksen nopeus, sillä käyttäjät haluavat viettää aikaa pelien parissa. Pelien ja muun interaktiivisen viihteen tärkein tarkoitus onkin viihdyttää käyttäjiä.

3.2 Käytettävyystavoitteet

Sharp ym. (2007) määrittelevät käytettävyystavoitteiksi (usability goals) seuraavat kuusi asiaa:

- käytön *toimivuus* (effectiveness)
- käytön *tehokkuus* (efficiency)
- käytön *turvallisuus* (safety)
- korkea *hyödyllisyys* (utility)
- helppo *opittavuus* (learnability) ja
- *muistettavuus* (memorability).

Tavoitteista käytön tehokkuus, helppo opittavuus ja muistettavuus ovat samoja kuin Nielsenillä ja niitä käsiteltiin edellisessä alaluvussa. Turvallisuutta, hyödyllisyyttä ja käytön toimivuutta käsitellään tarkemmin seuraavaksi.

Sharp ym. (2007) määrittelevät turvallisen tuotteen sellaiseksi, joka suojelee käyttäjää vaarallisilta tilanteilta. Turvallisuudella on tässä tarkoituksessa kaksi merkitystä. Käyttäjiä suojellaan niin, että heidän ei tarvitse esimerkiksi ydinvoimalassa toimivaa järjestelmää käyttääkseen altistua radioaktiiviselle säteilylle. Toisaalta järjestelmän on oltava sellainen, että käyttäjä ei voi suorittaa vaarallisia toimintoja vahingossa. Jos ei-toivottu toiminto kuitenkin vahingossa suoritetaan, on siitä oltava myös mahdollisuus palautua normaalitilaan. Sharpin ym. määritelmä turvallisuudesta on lähinnä laajennus Nielsenin (1993) yhteen käytettävyyden ominaisuuteen, virheettömyyteen. Nielsenin virheettömyys koskee lähinnä vain järjestelmän sisällä tehtyjä vakavia virheitä, kun taas Sharpin ym. käsite käytön turvallisuudesta sisältää myös käyttäjälle itselleen vaaraksi olevat tuotteet.

Sharp ym. (2007) mukaan toimivuudella tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin tuote mahdollistaa niiden asioiden tekemisen, joiden tekemiseen se on suunniteltu. Esimerkiksi taulukkolaskentaohjelma on toimiva, jos käyttäjä pystyy tekemään sillä taulukoita, kaavoja, diagrammeja sekä muita taulukkolaskentaohjelmalle tyypillisiä asioita.

Hyödyllinen tuote tarjoaa Sharp ym. (2007) mukaan sellaisen joukon toiminnallisuuksia, joiden avulla käyttäjä voi tehdä kaikki tarvitsemansa ja haluamansa tehtävät. Esimerkki hyödyllisestä tuotteesta on monipuolinen kirjanpito-ohjelma, joka laskee käyttäjän puolesta myös veronpalautuslomakkeet. Tuote, jonka hyödyllisyysaste on alhainen, on esimerkiksi piirto-ohjelma joka ei salli käyttäjän piirtää vapaalla kädellä vaan ainoastaan käyttäen suoria viivoja.

Myös Nielsen (1993) käsittelee tuotteen toimivuutta ja hyödyllisyyttä. Jokaisella tuotteella tai järjestelmällä on toimintoja joita joita se tarjoaa käyttäjän käytettäväksi. Nielsen tarkoittaa hyödyllisyydellä sitä, kuinka tarpeellisia nämä toiminnot ovat käyttäjälle, kuinka paljon käyttäjät hyötyvät teoreettisesti järjestelmän tai tuotteen käytöstä tai kuinka hyvin tarjottu

toiminnallisuus vastaa käyttäjän tarpeita. Käytettävyys ja hyödyllisyys yhdessä määrittävät järjestelmän *kokonaisyödyllisyyden*. Sharpin ym. määritelmät toimivuudesta ja hyödyllisyydestä vastaavat Nielsenin käsitystä järjestelmän kokonaisyödyllisyydestä.

Kuten jo Nielsenin ja Sharpin ym. määritelmistä voidaan havaita, käytettävyyden määritelmässä on eroja. Määrittelyjen moninaisuudesta syntyy myös ongelmia, joista Seffah ja Metzker (2004) kertovat artikkelissaan. Tutkijat, alan standardeja laativat organisaatiot tai ohjelmistotuotannon ala eivät ole määritelleet käytettävyyttä yhdenmukaisesti ohjelmistojen laatuun vaikuttavana ominaisuutena. Useat näkökulmat asiaan ovat saaneet aikaan useita erilaisia määritelmiä ja standardeja siitä, mitä käytettävyydellä tarkoitetaan. Näitä määritelmiä ja standardeja ovat kehittäneet eteenpäin erilaiset käytettävyysasiantuntijoista ja ohjelmistotuotannon alan ihmisistä koostuvat ryhmät. Valitettavasti jokainen ryhmä on kehittänyt omaa käytettävyysmalliaan ilman palautetta muilta ryhmiltä. Tästä johtuen yhteen ja samaan käytettävyysominaisuuteen voidaan viitata monella eri termillä. Yhdenmukaisen terminologian puuttumisen on yksi niistä syistä, joiden takia ohjelmistokehittäjien on vaikea suhtautua käytettävyyteen. Tämä ilmenee varsinkin pienemmissä ohjelmistoprojekteissa, joissa käytettävyyttä saatetaan miettiä vasta silloin kun suunnittelu- ja ohjelmointityö on jo tehty.

3.3 Käyttökokemus

Kuten aiemmin on mainittu, Nielsen (1993) määrittelee käytettävyyden yhdeksi osa-alueeksi käytön subjektiivisen miellyttävyyden. Sharp ym. (2007) laajentavat tätä käsitettä termillä *käyttökokemus* (user experience). Käyttökokemus sisältää sekä positiivisia että negatiivisia ominaisuuksia, joilla voidaan kuvata sitä, miltä järjestelmä tuntuu käyttäjän näkökulmasta. Taulukossa kolme on esimerkkejä kyseisistä ominaisuuksista. Hiltunen ym. (2002) määrittelevät käyttökokemuksen kaikkien niiden asioiden summaksi, jotka käyttäjä kokee käyttäessään tiettyä tuotetta. He puhuvat kirjassaan mieluummin käyttökokemuksesta kuin käytettävyydestä, sillä heidän mielestään käytettävyys keskittyy pelkästään siihen, mitä ruudulla tapahtuu unohtaen täysin käyttäjän tuntemukset.

▪ miellyttävä	▪ esteettisesti miellyttävä	▪ tyydytystä tuottava
▪ nautittava	▪ luovuutta tukeva	▪ haastava
▪ viehättävä	▪ palkitseva	▪ tylsä
▪ mielenkiintoinen	▪ hauska	▪ turhauttava
▪ viihdyttävä	▪ ärsyttävä	▪ suututtava
▪ avulias	▪ yllättävä	▪ teennäinen
▪ motivoiva		

Taulukko 3: Käyttökokemuksen ominaisuuksia. Sharp ym. (2007) mukailten.

Käyttökokemuksen ominaisuudet eroavat esimerkiksi Nielsenin viidestä käytettävyyden osa-alueesta siinä, että käyttökokemuksen ominaisuuksilla tutkitaan sitä, millaisena *käyttäjät* kokevat järjestelmän, eikä sitä, kuinka hyödyllinen tai tuottava järjestelmä on sen omasta näkökulmasta katsottuna. Käyttökokemusta määrittelevien ominaisuuksien määrä on myös paljon suurempi kuin käytettävyyttä määrittelevien. Koska ominaisuuksia on paljon, ne ovat myös osittain päällekkäisiä. (Sharp ym. 2007.)

Käyttökokemukseen liittyvät käsitteet ovat viime aikoina alkaneet saada jalansijaa perinteisten käytettävyyden ominaisuuksien rinnalta. Tähän on syynä esimerkiksi se, että tutkimuksissa on huomattu positiivinen riippuvuussuhde käytettävyyden ja estetiikan välillä (Sharp ym. 2007). Myös tietotekniikan luonteen muuttuminen on lisännyt tarvetta käytettävyyden laajentamiselle käyttökokemuksella. Viihdelaitteet kuten pelikonsolit ja musiikkisoittimet ovat laitteita, joiden parissa käyttäjät haluavat viettää pitkiä aikoja ja joiden parista haetaan elämyksiä. Näiden laitteiden käytettävyyden arviointi esimerkiksi Nielsenin viiden käytettävyyden perusominaisuuden avulla ei ole mielekästä, sillä laitteiden käyttämisen ei ole tarkoituskaan olla tehokasta.

On myös huomattava että kaikki käyttökokemukselle ja käytettävyydelle asetetut tavoitteet eivät ole tarpeellisia yhdessä ja samassa järjestelmässä. Osa tavoitteista ovat toistensa kanssa ristiriidassa. Ei ole välttämättä mahdollista eikä tarkoituksenmukaista suunnitella esimerkiksi prosessinohjausjärjestelmää, joka on yhtä aikaa sekä turvallinen että hauska käyttää. Ne käytettävyyden ja käyttökokemuksen ominaisuudet joita tavoitellaan tulisikin siis valita ja määritellä tapauskohtaisesti.

Tässä luvussa käsittelin käytettävyyttä yleisellä tasolla. Seuraavassa luvussa keskityn mobiililaitteiden erityispiirteiden aiheuttamiin käytettävyyden haasteisiin ja niiden mahdollisiin ratkaisuihin. Kerron myös, miten käytettävyyttä olisi mahdollista parantaa uusien tekniikoiden avulla.

4 MOBIILILAITTEIDEN KÄYTETTÄVYYDEN HAASTEET

Shneidermanin ja Plaisantin (2005) mukaan oppimisen helppous, virheettömyys ja käytön miellyttävyys ovat avainasemassa mobiililaitteiden käytettävyydessä. Jos käyttäjä ei onnistu nopeasti haluamansa asian tekemisessä, hän hylkää tuotteen tai siirtyy kilpailevan yrityksen tuotteiden käyttäjäksi. Jos tuotetta käytetään epäsäännöllisesti, on tärkeää että käyttäminen on selkeää ja helposti muistettavaa. Mobiililaitteissa näiden vaatimusten saavuttamista vaikeuttaa laitteiden verrattain pieni koko ja vaatimus niiden liikuteltavuudesta.

Hiltunen ym. (2002) jakavat kirjassaan mobiililaitteiden käytettävyyteen liittyvät haasteet kolmeen osittain päällekkäiseen ryhmään: IO- (input-output, syöttö ja tulostus), teknisiin ja sosiaalisiin haasteisiin. Vaikka mobiililaitteiden tekninen suorituskyky ei ole ainoa ratkaiseva tekijä laitteen menestymisen kannalta, vaativat tietyt tekniset rajoitteet erityistä huomiota suunniteltaessa mobiililaitteen käytettävyyttä. Tällaisia rajoitteita ovat esimerkiksi muistin määrä ja laitteen virrankulutus. Tiedon syöttämiseen ja tulostukseen liittyvät haasteet vaikuttavat siihen, miten laitteisiin syötetään tietoa ja miten ne esittävät tietoa käyttäjälle. Sosiaaliset haasteet koskevat käyttäjiä ja heidän toimintaansa erilaisissa tilanteissa.

Mielestäni mobiililaitteiden käytettävyyden haasteista puhuttaessa tulee ottaa huomioon myös laitteiden käyttöympäristö. Esimerkiksi Gorlenkon & Merrickin (2003) mielestä käyttöolosuhteiden vaihtelu aiheuttaa suurimmat ja erilaisimmat käytettävyyshaasteet mobiililaitteista puhuttaessa. Näihin haasteisiin kuuluvat esimerkiksi vaihtelevat olosuhteet lämpötilan ja valaistuksen osalta, taustamelu ja muut häiriötekijät, käyttäjän liikkuvuus sekä tarve suorittaa muita tehtäviä mobiililaitteen käyttämisen ohessa.

Tässä työssäni jaan mobiililaitteiden käytettävyyden haasteet neljään kategoriaan: käyttöympäristöstä johtuvat haasteet, sosiaaliset haasteet, tekniset haasteet ja tiedon syöttämiseen ja tulostukseen liittyvät haasteet. Käsittelen samassa yhteydessä myös mahdollisia ratkaisuja käytettävyyden parantamiseksi.

4.1 Mobiililaitteiden käyttöympäristöstä aiheutuvat haasteet

Kuten aiemmin luvussa kaksi on todettu, sana mobiili tarkoittaa liikuteltavaa ja siirrettävää. Mobiililaitteet siis kulkevat käyttäjiensä mukana minne ikinä he menevätkin. Liikkuvuuden myötä myös työskentelyolosuhteet muuttuvat jatkuvasti. Mobiililaitteet on siis suunniteltava niin, että niiden käyttäminen onnistuu myös huonossa valaistuksessa, meluisassa ympäristössä ja liikkeellä ollessa. Esimerkiksi puheentunnistus toimii hyvin hiljaisessa toimistossa, mutta vilkkaalla kadulla kävellessä taustamelu heikentää tunnistamisen tarkkuutta, käyttäjän keskittyminen muihin ympärillä oleviin asioihin tekee puheesta epäselvempää ja puheessa käytettyjä erisnimiä ei välttämättä löydy laitteen sanakirjasta.

Mobiililaitteiden käyttöympäristö ja -olosuhteet eroavat suuresti pöytätietokoneiden vastaavista. Holland ym. (2002) listaavat suurimpia eroavaisuuksia, joihin kuuluu esimerkiksi se, että käyttäjän huomio keskittyy yleensä enemmän ympärillä tapahtuviin muihin asioihin kuin mobiililaitteeseen. Käyttäjä voi samanaikaisesti esimerkiksi kävellä vilkkaalla kadulla ja lähettää tekstiviestiä, mutta suurin osa huomiosta keskittyy silti ympärillä tapahtuviin asioihin. Myös muiden asioiden ja esineiden samanaikainen käyttäminen vie huomiota pois mobiililaitteesta. Liikkuessaan paikasta toiseen käyttäjä käyttää laitetta erilaisissa paikoissa ja asennoissa. Saapuviin puheluihin ja viesteihin on myös pystyttävä reagoimaan nopeasti paikasta ja muista samaan aikaan tehtävistä toimista riippumatta.

Jones & Marsden (2006) mukaan yksi ratkaisu ongelmaan on multimodaalisuus, eli useiden kommunikaatiotapojen, kuten äänen, puheentunnistuksen sekä kosketusaistiin ja eleisiin perustuvan kommunikoinnin, yhdistetty käyttö. Yhdistämällä kommunikaatiotapoja saadaan aikaiseksi selkeämpiä dialogeja ja sekavien syötteiden ratkaiseminen helpottuu. Multimodaalisuus on jokapäiväinen asia ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa ja siksi se tulisi ottaa käyttöön myös käyttäjän ja mobiililaitteen välisessä kommunikoinnissa.

On tärkeää antaa käyttäjälle erilaisia keinoja olla vuorovaikutuksessa laitteiden kanssa. Lenkillä ollessa laitteessa soivan kappaleen vaihtaminen onnistuu helpommin nappia painamalla kuin kosketusnäyttöön kynällä piirtämällä ja ruuhkabussissa istuva ihminen

syöttää tekstiä mieluummin näppäimistön kuin puheentunnistuksen avulla. Esimerkiksi kosketusnäyttöjä käytettäessä on otettava huomioon se seikka, että laitteita voidaan tulla käyttämään myös kylmissä olosuhteissa. Joidenkin kosketusnäyttöjen toiminta perustuu ihon lämmön aistimiseen, joten käyttäminen ei onnistu esimerkiksi hansikkaat kädessä. Käytettävyyden kannalta ei ole toivottavaa, että käyttäjä joutuu riisumaan hansikkaansa kylmällä pakkassäällä vain vastatakseen saapuvaan puheluun. Olisikin hyvä, jos kosketusnäytöllä varustetuissa mobiililaitteissa olisi normaalit näppäimet yleisimmille toiminnoille, kuten esimerkiksi puheluun vastaamiselle.

Oviatt (1999) esittelee tutkimuksessaan multimodaalisuuden etuja. Hänen tutkimansa testijärjestelmä mahdollisti käyttäjien antaa syötteitä samanaikaisesti sekä puheen että osoitinkynällä tehtyjen eleiden ja piirrosten avulla. Käyttäjät pystyivät esimerkiksi ympyröimään alueen näytöllä olevalta kartalta käyttäen kosketuskynää ja komentamaan järjestelmää lähentämään näkymää valitulle alueelle. Tutkimuksessa huomattiin, että kommunikaatiotapoja yhdistämällä virheellisten syötteiden määrä väheni jopa 35%. Järjestelmä pystyi siis tulkitsemaan käyttäjän komennot tarkemmin ja osittain eliminoimaan puheentunnistuksen ongelmat, kuten taustamelun vaikutuksen tunnistamisen tarkkuuteen.

Gong & Tarasewich (2004) toteavat, että eräs keino ratkaista jatkuvasta käyttöympäristön vaihtumisesta johtuvat ongelmat on tehdä laitteista sellaisia, että ne sopeutuvat erilaisiin ympäristöihin automaattisesti. Näytön kirkkautta ja kontrastia sekä fontin kokoa voitaisiin esimerkiksi säätää ympäristön valaistuksen mukaan ja hälytysäänien sekä puheluiden äänenvoimakkuutta taustamelun mukaan. Näin käyttäjän ei tarvitsisi jatkuvasti tehdä erilaisia säätöjä ja laitteiden käytettävyys paranisi. Suunnittelussa on mielestäni otettava huomioon myös se, että jotkut käyttäjät haluavat pitää asetuksensa muuttumattomina ympäristöstä riippumatta. Automaattisäädöt pitäisi siis pystyä ottamaan myös pois päältä.

4.2 Sosiaaliset haasteet

Tässä luvussa käsittelen sosiaaliseen ympäristöön ja ihmisten toimintaan liittyviä asioita, jotka tulisi ottaa huomioon mobiililaitteiden suunnittelussa. Näitä ovat esimerkiksi laitteiden erilaiset kohderyhmät ja käyttäjien kulttuurierot, mutta myös ihmisten halu laitteidensa personointiin esimerkiksi itselle tärkeiksi koettujen toimintojen korostamisella. Mobiililaitteen valintaan vaikuttavat esimerkiksi ikä, sosiaalinen ympäristö ja ammatti. Esimerkiksi nuorisolla sosiaalinen ympäristö saattaa suuresti vaikuttaa laitteen valintaan.

4.2.1 Mobiililaitteiden suuret käyttäjäryhmät

Mobiililaitteiden ja varsinkin matkapuhelinten käyttäjäryhmät laajenevat jatkuvasti. Yhä nuoremmat ja vanhemmat ihmiset käyttävät puhelimia erilaisiin tarkoituksiin. Fyysisten ominaisuuksien lisäksi eroja löytyy myös siitä, millaisista kulttuureista käyttäjät tulevat ja millaiset työskentelytavat heillä on. Laitteiden valmistajien on otettava huomioon käyttäjien väliset erot, jos he haluavat menestyä markkinoilla.

Yleisesti ajatellaan, että erilaisten käyttäjäryhmien huomioon ottaminen johtaisi käyttöliittymien liialliseen yksinkertaistamiseen. Shneiderman ja Plaisant (2005) vastustavat tätä väitettä ja ovat sitä mieltä, että jos käyttöliittymän suunnitteluvaiheessa kaikki asiat otetaan huomioon eri näkökulmista, saadaan aikaiseksi tuote, joka on parempi kaikille käyttäjäryhmille.

Esimerkkinä siitä, kuinka erityistarpeisiin suunniteltu tekniikka voi hyödyttää kaikkia käyttäjiä, on aiemmin esitelty Tegic Communications -yrityksen kehittämä T9 -ennakoiva tekstinsyöttöjärjestelmä. Järjestelmän alkuperäinen tarkoitus oli auttaa vammautuneita ihmisiä syöttämään tekstiä normaalille PC-kotikoneelle. Käyttäjien fyysisistä rajoitteista johtuen tekstin syöttämistä voitiin ohjata vain katseen avulla. Katseen seuraamista varten kehitetyt erikoissilmälasit pystyivät tarkentumaan vain kahdeksalle eri alueelle, joten järjestelmän kehittäjät jakoivat kirjaimet näytölle kahdeksaan eri ryhmään. Kun käyttäjä katsoi näitä

kirjainryhmiä peräkkäin, sanakirjaohjelma tulosti ruudulle listan mahdollisista sanavaihtoehdoista. Yhtiö huomasi yhtäläisyydet katseella ohjaamisen ja matkapuhelimen näppäimistöllä kirjoittamisen rajoittuneisuudessa ja siirsi T9-järjestelmän onnistuneesti matkapuhelimille. (Jones & Marsden 2006.)

4.2.2 Kulttuurien erot

Käyttäjien ja käyttäjäryhmien kulttuurillisella taustalla on suuri vaikutus siihen, miten he omaksuvat uusien laitteiden käytön. Mobiililaitteet ovat henkilökohtaisia viestimiä ja laitteiden on oltava tarpeeksi henkilökohtaisia jokaiselle käyttäjälle. Väänänen-Vainio-Mattila & Ruuska (2000) toteavat, että tärkeintä on se, että jokainen käyttäjä voi syöttää tekstiä laitteeseen ja lukea tekstiä laitteesta omalla äidinkielellään. Esimerkiksi vuonna 2000 ei ollut olemassa yhtä sellaista tekstinsyöttömenetelmää mobiililaitteille, jota kaikki kiinalaiset voisivat käyttää tekstin syöttämiseen tai joka olisi nopeudeltaan ollut lähellä käsin kirjoittamista. Myös tekstinnäyttö ja -lukusuunta vaihtelee kielen mukaan. Esimerkiksi arabiaa luetaan oikealta vasemmalle, mikä tulee ottaa huomioon laitetta ja sen ohjelmistoa suunniteltaessa.

Lindholm ym. (2003) kertovat, että kulttuurista riippuvia asioita ovat esimerkiksi se, mitkä värit, äänet ja symbolit ovat miellyttäviä, millainen toiminta on sosiaalisesti hyväksyttävää ja millaiset asiat herättävät positiivisia mielikuvia. Esimerkiksi jotkut Etelä-Afrikan heimot kokevat punaisen ystävällisenä ja vihreän vihamielisenä värinä. Useissa matkapuhelimissa olevat puhelujen vastaamiseen ja katkaisuun käytettävät punainen ja vihreä näppäin eivät siis välttämättä ole itsestään selviä kaikissa kulttuureissa. Suomessa taas ei ole kohteliasta pitää laitteen hälytysääniä päällä esimerkiksi kirjastoissa. Laitevalmistajien tulisikin siis ottaa huomioon eri kulttuurien tavat ja ominaispiirteet suunnitellessaan laitteita tietyille markkina-alueelle. Jos valmistajat eivät ymmärrä markkinoita loppukäyttäjien näkökulmasta tarpeeksi hyvin, laitteet ja niihin lisätyt uudet ominaisuudet eivät tule menestymään.

Kulttuurista riippuvien tarpeiden täyttämiseksi ei välttämättä tarvitse rakentaa uutta laitetta, vaan pienien käyttöliittymään tehtyjen muutosten avulla laite voidaan räätälöidä käyttäjille sopivaksi. Nokia lisäsi esimerkiksi Intiassa myytäviin matkapuhelimiinsa mahdollisuuden lisätä tekstiviesteihin paikallisia tervehdyksiä ja uskonnollisia symboleita. Tällaiset pienet yksityiskohdat lisäävät tuotteen arvoa loppukäyttäjien silmissä. Laitteet tulisikin alusta asti suunnitella sellaisiksi, että niitä voidaan muunnella aina uudelle markkina-alueelle siirryttäessä. (Lindholm ym. 2003.)

Se mikä mielletään oudoksi ja mikä ei riippuu paljon kulttuurista ja normeista. Kun tuotteet ja käyttötavat tulevat tutuksi ihmisille, kulttuuritkin muuttuvat. Tällaiset muutokset eivät tapahdu helposti ja niihin tarvitaan sekä suunnittelijoiden, markkinoinnin että koko liikealan tukea. Parhaaseen lopputulokseen päästään ottamalla käyttäjät mukaan laitteiden ja ohjelmistojen suunnitteluprosessiin. Käyttäjakeskeiseen suunnitteluun liittyvä kontekstuaalinen haastattelu ja havainnointi (contextual inquiry) tarjoaa tavan kerätä hyödyllistä tietoa käyttäjien toimista ja niihin vaikuttavista asioista. Seuraamalla käyttäjiä heidän jokapäiväisissä tehtävissään saadaan selville tietoa kulttuureihin kuuluvista ominaispiirteistä jotka voisivat jäädä löytämättä normaalien markkinointi- ja käytettävyytutkimuksien avulla. (Väänänen-Vainio-Mattila & Ruuska 2000.)

4.2.3 Yksilöiden suhde uusiin laitteisiin

Hiltusen ym. (2002) mukaan yksi vakavimmista ongelmista mobiililaitteissa on se, että jokainen valmistaja käyttää erilaista käyttöliittymää ja erilaisia toimintanäppäimiä. Toisen valmistajan valmistamaan laitteeseen siirtyvä käyttäjä joutuu käyttämään huomattavan paljon aikaa oppiakseen todella käyttämään uutta laitetta. Samaan aikaan käyttäjä joutuu unohtamaan vanhan laitteen käyttämisen. Psykologiassa tätä ilmiötä kutsutaan negatiiviseksi transferenssiksi.

Uudet teknologiat tuovat mukanaan mahdollisuuksia rakentaa täysin uudenlaisia laitteita ja sovelluksia, mutta myös ymmärtää ja tulkita väärin käyttäjien käyttäytymistä. Kun käyttäjät

ovat tottuneet käyttämään jotain tuotetta tai asiaa, he tarvitsevat hyvän syyn vaihtakseen tutun asian johonkin muuhun. Varsinkin käyttöliittymiä koskevat uudistukset kohtaavat muutosvastarintaa. Uusi teknologia, joka vaatii käyttäjää opettelemaan uusia asioita sekä saa hänet näyttämään oudolta, tulee varmasti kohtaamaan vaikeuksia.

Esimerkki tästä on matkapuhelinten handsfree-laitteet. Ihmiset saattoivat vierastaa tekniikkaa, sillä julkisella paikalla laitteeseen puhuminen saattoi saada heidät näyttämään omituisilta. Handsfree-laitteeseen puhuvat ihmiset näyttäisivät normaaleimmilta, jos laitteet suunniteltaisiin niin, että toisten ihmisten olisi helppo tunnistaa milloin joku sellaista käyttää. Tämä voitaisiin saavuttaa esimerkiksi sijoittamalla laitteen mikrofonin punainen valo joka syttyisi laitteen ollessa käytössä. Sopivalla markkinoinnilla tämä ominaisuus tuotaisiin myös sellaisten ihmisten tietoisuuteen, jotka eivät itse omista kyseistä laitetta. (Hiltunen ym. 2002.)

4.3 Tekniset haasteet

Tässä luvussa käsittelen mobiililaitteiden teknisten ominaisuuksien aiheuttamia käytettävyyshaasteita. Näitä haasteita aiheuttavat laitteiden fyysiset ominaisuudet, laskentatehon, muistin määrän ja virrankulutuksen ongelmat sekä tiedonsiirron hitaus ja epävakaus. Fyysisiin ominaisuuksiin liittyy myös laitteiden koko. Tähän liittyviä näppäimistöjen ongelmia käsittelemme tämän työn edellisessä luvussa.

4.3.1 Mobiililaitteiden fyysiset ominaisuudet

Mobiililaitteiden fyysiset ominaisuudet asettavat omat rajoituksensa laitteiden käytettävyydelle. Esimerkkinä käytän tietoja Nokian matkapuhelinmalleista.

<i>Malli</i>	Nokia 1011	Nokia 2110	Nokia 6110	Nokia 6210	Nokia 6610	Nokia 2630
<i>Markkinoille vuonna</i>	1992	1994	1997	2000	2002	2007
<i>Näytön koko</i>	2x8 merkkiä	3x10 ja 2x6 merkkiä	84x84 pikseliä	96x60 pikseliä	128x128 pikseliä	128x160 pikseliä
<i>Näppäimien lukumäärä</i>	22	23	21	21	23	22
<i>Laitteen tilavuus, cm³</i>	340	170	130	95	71	45
<i>Laitteen paino, g</i>	475	240	140	114	84	66

Taulukko 4: Matkapuhelimien tekniset ominaisuudet. Lindholm ym. (2003) mukaillen.

Kuten taulukosta 5 voidaan nähdä, matkapuhelimet ovat sekä keventyneet että pienentyneet huomattavasti viimeisen 15 vuoden aikana. Vertailun uusin puhelin, vuonna 2007 julkaistu Nokia 2630, painaa vain noin 13% sekä on tilavuudeltaan noin 14% vertailun vanhimmasta puhelimesta, vuonna 1992 julkaistusta Nokia 1011:sta. Vaikka puhelimet ovat pienentyneet, ovat näyttöjen koot kasvaneet. Näppäimien määrä puhelimissa taas on säilynyt lähes ennallaan. Yksittäisen näppäimen koko on siis pienentynyt, sillä puhelimissa on yhä vähemmän hyödynnettävää pinta-alaa. Vaikka laitteiden näyttöjen koot ovat kasvaneet, ovat ne silti kooltaan vain murto-osan pöytäkoneiden näytöistä.

Vaikka laitteet ovat pienentyneet huomattavasti, on niiden sisältämän sisällön määrä kasvanut räjähdysmäisesti. Vuonna 1992 julkaistu Nokia 1011 sisälsi 406 erilaista toimintoa ja vuonna 2002 julkaistu Nokia 6610 jo 3085 toimintoa. Uusien toimintojen lisääminen vaatii joustavan käyttöliittymän, sillä toimintonäppäimiä ei voida lisätä laitteeseen samassa suhteessa toimintojen kanssa. (Lindholm ym. 2003.)

4.3.2 Laskentateho, muistin määrä ja virrankulutus

Mobiililaitteiden on oltava pieniä ja kevyitä ollakseen helposti kannettavia. Toisaalta laitteen akun tulisi olla kapasiteetiltaan mahdollisimman suuri pitkän käyttöajan takaamiseksi. Suurikapasiteettinen akku taas kasvattaa laitteen kokoa ja massaa. Laitteiden pienen koon vuoksi myös muistikapasiteetti ja laskentateho ovat rajallisia. Tehokkaat suorittimet vaativat paljon virtaa ja jäähdytystä ja näitä asioita mobiililaitteissa ei ole koskaan liikaa. Vaikka laitteet kehittyvät näiltäkin osin jatkuvasti, muistia ja laskentatehoa tulee mobiililaitteissa olemaan aina vähemmän kuin pöytätietokoneissa. Mobiililaitteiden suunnittelijoiden täytyykin siis tasapainoilla laitteen koon, laskentatehon, akkukeston ja käytettävyyden välillä. (Weiss 2002.)

Vaikka mobiililaitteet ovat tekniseltä tasoltaan pöytätietokoneita jäljessä, ei sen pitäisi suuresti haitata mielenkiintoisten mobiilipalveluiden kehittämistä. Mobiilikäyttöön tarkoitettujen suorittimien kehitys on erittäin nopeaa suurien laitekantojen vuoksi. Kämmenmikroilla ja älypuhelimilla voidaan jo tällä hetkellä käyttää esimerkiksi tekstinkäsittelyä ilman että rajoittuneesta laitteistosta olisi liikaa haittaa. Pöytätietokoneiden tasolle käytön miellyttävyydessä ei silti aivan vielä yllätä. Nopeiden tietoverkkojen myötä on myös mahdollista siirtää raskaimman laskennan suorittaminen keskuspalvelimille ja käyttää mobiililaitetta pelkkänä asiakaskoneena. Mobiililaitteiden tai matkapuhelinverkkojen tekniset ominaisuudet eivät ole enää kehityksen pullonkaulana – on tärkeämpää keskittyä kehittämään toimivia palveluita. (Hiltunen ym. 2002.)

4.3.3 Tiedonsiirron hitaus ja epävakaus

Yksi tärkeä mobiililaitteiden käytettävyyteen liittyvä haaste on tiedonsiirron hitaus ja tietoverkkojen epävakaus (Hiltunen ym. 2002). Suunniteltaessa palveluita mobiililalustalle on suunnittelijan otettava huomioon erilaisten verkkojen tiedonsiirtonopeudet ja mukautettava palvelut näihin nopeuksiin. Oikein suunnitellut palvelut eivät vie paljon tiedonsiirtokaistaa ja ovat näin miellyttävämpiä käyttää. Tiedonsiirto mobiililaitteissa liittyy yleensä Internetin ja

WAP-palveluiden käyttöön.

Mobiililaitteiden internetyhteydet voidaan jakaa kahteen pääryhmään: piirikytkentäiset ja pakettikytkentäiset yhteydet. Näiden kahden yhteystyyppin suurin ero on siinä, että piirikytkentäisten yhteyksien käytöstä veloitetaan käytetyn ajan perusteella kun taas pakettikytkentäisistä yhteyksistä siirretyn tiedon mukaan. Suurin osa mobiililaitteiden tiedonsiirrosta tapahtuu pakettikytkentäisten yhteyksien kautta, mutta tällaiset yhteyden eivät aina välttämättä toimi haja-asutusalueiden ulkopuolella. Yhteyksien nopeudet vaihtelevat myös paljon yhteystyypistä ja käyttäjän sijainnista riippuen. (Hiltunen ym. 2002.)

Koska osa käyttäjistä maksaa vieläkin mobiililaitteensa internetyhteydestä minuuttitaksaa, tulisi tämä asia ottaa huomioon myös palveluita suunniteltaessa. Jos vain mahdollista, niin mobiililaitteille tarkoitetuista sivustoista tulisi tehdä omat versiot hitaille ja nopeille yhteyksille. Tiedonsiirron epävakautteen voidaan myös varautua etukäteen. Olisikin hyvä jos mobiililaitteen ohjelmisto tallentaisi aina paikallisen kopion lähetettävästä tiedosta ennen tiedon lähettämisen yrittämistä. Jos tiedonsiirto jostain syystä epäonnistuu, ei tietoa pääse tuhoutumaan. Käytettäessä sovelluksia, joissa osa laskennasta tapahtuu keskustietokoneilla, on huolehdittava siitä, että tärkein osa järjestelmän toiminnallisuudesta säilyy ennallaan vaikka verkkoyhteyttä ei olisi saatavilla. (Hiltunen ym. 2002.)

4.4 Tiedon syöttämiseen ja tulostukseen liittyvät haasteet

Mobiililaitteiden yleistyessä on tärkeää kiinnittää huomiota tehokkaiden vuorovaikutuskeinojen kehittämiseen. Toisin kuin pöytätietokoneissa, mobiililaitteissa olevia tekstinsyöttömenetelmiä rajoittaa laitteiden pieni koko. Tämän seurauksena samaan näppäimeen joudutaan liittämään monta toimintoa ja käyttöliittymistä voi tulla vaikeakäyttöisiä ja niiden näkyvyys huonontuu. Koska mobiililaitteita käytetään yhä suuremmissa määrin myös Internetin selaamiseen ja pitkien sähköpostiviestien lähettämiseen, tulisi myös tekstin syöttämisen olla nopeaa ja tehokasta. Myös laitteiden pienet näytöt aiheuttavat omat käytettävyyshaasteensa.

Hiltunen ym. (2002) määrittelevät neljä kriteeriä, jotka ihanteellisen tekstinsyöttömenetelmän mobiililaitteen ja käyttäjän välillä tulisi täyttää:

1. Tekstinsyöttömenetelmän tulisi käyttää mahdollisimman vähän tilaa pienikokoisesta mobiililaitteesta.
2. Sen käytön tulisi olla helposti opittavissa ja näin laskea laitteen käyttökynnystä.
3. Sen tulisi olla tarpeeksi nopea, jotta sitä voitaisiin käyttää töihin, jotka vaativat keskinäisen määrän kirjoittamista. Nopeuden pitäisi olla verrattavissa esimerkiksi normaalin kalenterin tai muistilappujen käyttämisen nopeuteen.
4. Sitä pitäisi pystyä käyttämään yhdellä kädellä tai jopa ilman käsiä mahdollistaen näin muiden laitteiden samanaikaisen käytön.

Käytännössä on lähes mahdotonta kehittää ratkaisua, joka täyttäisi kaikki edellä mainitut vaatimukset. Kaikilla tekstinsyöttömenetelmillä on omat hyvät ja huonot puolensa. Sen sijaan että yritettäisiin kehittää yhtä ylivertaista järjestelmää, suunnittelijoiden tulisi keskittyä suunnittelemaan tiettyihin käyttötilanteisiin sopivia järjestelmiä. Koska mobiililaitteilla on niin monia erilaisia käyttötarkoituksia, laitteet on suunniteltava niihin kaikkiin sopiviksi. On vaikeaa, muttei mahdotonta kehittää järjestelmä, jolla voidaan saavuttaa hyväksyttävä taso tekstinsyötön käytettävyydessä kaikissa erilaisissa käyttötilanteissa. (Hiltunen ym. 2002.)

4.4.1 Tekstin syöttäminen

Väänänen-Vainio-Mattila & Ruuska (2000) ovat sitä mieltä, että matkapuhelimen ja ihmisen vuorovaikutuksen haasteet johtuvat lähinnä siitä, että laitteissa on liian vähän näppäimiä. Käyttäjä syöttää laitteeseen tietoa näppäimistön kautta ja saattaa saada palautetta joko värinän, äänen, tekstin tai grafiikan kautta. Tiettyjen näppäinpainalluksien yhdistäminen laitteen tiettyihin toimintoihin ei ole aina yksinkertaista, koska näppäimien määrä on rajallinen ja toisaalta toimintojen määrä on erittäin suuri. Jos laitteen käyttöliittymässä vaihdellaan jatkuvasti erilaisten tilojen välillä, on käyttäjän vaikeaa luoda mentaalimalli toiminnan

kulusta. Älypuhelimissa ja kämmenmikroissa tekstin syöttäminen tapahtuu joko QWERTY-näppäimistön tai kosketusnäytön avulla, joten tämä ongelma koskee lähinnä matkapuhelimia.

Yleensä matkapuhelimessa on vähintään 12 näppäintä sisältävä näppäimistö, johon kuuluu numerot 0-9, merkit * ja # sekä eriävä määrä muita näppäimiä. Kirjaimet a-z on aseteltu numeronäppäimiin 2-9 aakkosjärjestyksessä niin, että näppäimissä 7 ja 9 on neljä kirjainta ja muissa näppäimissä kolme kirjainta. Kirjaimet on yleensä sijoitettu samalla tavalla lähes kaikissa matkapuhelimissa, sillä matkapuhelinvalmistajat noudattavat kansainvälistä ISO/IEC 9995-8 -standardia² kirjainten asettelusta. Näppäimistön kaikkia kahtatoista näppäintä käytetään tekstin syöttämiseen, sillä esimerkiksi välilyönnille ja erikoismerkeille tarvitaan omat näppäimensä. Matkapuhelinten yleisimmät tekstinsyöttötavat ovat multi-tap ja ennakoiva tekstinsyöttö. Taulukossa neljä on havainnollistettu näiden tekstinsyöttötapojen eroja.

Multi-tapia käytettäessä tiettyä näppäintä painetaan jopa neljä kertaa yhden merkin syöttämiseksi. Kun käyttäjä painaa esimerkiksi näppäintä "2" kerran, ilmestyy näytölle kirjain "a". Kun näppäintä painetaan kahdesti, saadaan kirjain "b". Syöttääkseen kaksi perättäistä kirjainta samalla näppäimellä, käyttäjän on joko odotettava ennalta määritelty aika kirjainten välillä tai painettava erityistä painiketta, jolloin järjestelmä siirtyy odottamaan seuraavaa kirjainta. Käyttäjä voi syöttää tekstiä katsomatta laitteen näyttöä, sillä samaa näppäintä tietyn määrän kertoja painamalla syntyy tuloksena aina sama kirjain. Tämä tekstinsyöttötapa löytyy vakiona lähes kaikista matkapuhelimista. Weiss (2002) toteaa, että yleisyydestään huolimatta multi-tap on vaikeakäyttöinen eikä sen käyttäminen ole intuitiivista. Yksi syy tähän on kirjoittamisessa vaadittava näppäinpainallusten määrä. Keskimääräisen seitsemän sanan pituisen tekstiviestin kirjoittamiseksi käyttäjä joutuu tekemään noin 70 näppäinpainallusta (Wigdor & Balakrishnan 2003).

Ennakoivaa tekstinsyöttöä käytettäessä käyttäjä painaa jokaista merkkiä varten yhtä näppäintä vain kerran ja järjestelmä tutkii sanakirjan perusteella mitä sanaa käyttäjä yrittää kirjoittaa. Käyttäjän on kiinnitettävä jatkuvasti huomiota tekstin syöttämiseen, sillä tietyllä

² Information systems – Keyboard layouts for text and office systems - Part 8: Allocation of letters to the keys of a numeric keypad, International Organisation for Standardisation, 1994.

näppäinyhdistelmällä voi syntyä monia eri sanoja. On myös mahdollista, että sanakirja ei sisällä lainkaan käyttäjän haluamaa sanaa. Tällöin käyttäjä joutuu syöttämään sanan käyttäen multi-tap -menetelmää. Itse syötettyjä sanoja on usein mahdollista tallentaa laitteen sanakirjaan. Useilla yhtiöillä on oma versionsa ennakoivasta tekstinsyöttöjärjestelmästä, joista yleisimpiä ovat Nuance Communicationsin T9 ja Motorolan iTap. Ennakoiva tekstinsyöttö löytyy lähes jokaisesta matkapuhelimesta.

Multi-tap		Ennakoiva tekstinsyöttö	
Painettu näppäin	Teksti	Painettu näppäin	Teksti
8	t	8	v
2	ta	2	ta
5	taj	5	val
5	tak	5	talk
(tauko)	tak	4	takki
5	takj		
5	takk		
4	takkg		
4	takkh		
4	takki		

Taulukko 5: Sanan "takki" kirjoittaminen, kun tekstinsyöttömenetelmänä on multi-tap ja ennakoiva tekstinsyöttö

Weissin (2002) mukaan käytettävyytutkimuksissa on todettu, että käyttäjät eivät syöttäneet tekstiä nopeammin käyttäessään ennakoivaa tekstinsyöttöä verrattuna multi-tapiin. Käyttäjiä hämmensi se, että ennakoivaa tekstinsyöttöä käytettäessä kesken sanan kirjoittamisen ruudulla näkyvä teksti ei välttämättä liittynyt mitenkään kirjoitettavaan sanaan, vaan oli järjestelmän arvaus kirjoitettavasta sanasta. Vaikka lähteessä ei sitä mainita, voidaan testitulosten pohjalta olettaa, että koehenkilöt olivat tässä testissä aloittelijoita. Cockburnin & Siresenan (2003) tutkimus tukee Weissin tuloksia. Heidän tutkimuksessaan henkilöt, jotka eivät olleet koskaan kirjoittaneet tekstiä matkapuhelimella, joutuivat syöttämään yksinkertaisen lauseen käyttäen ennakoivaa T9-tekstinsyöttöjärjestelmää sekä multi-tap -menetelmää. T9-järjestelmällä käyttäjät saavuttivat keskimäärin 3,9 sanan minuuttivauhdin ja käyttäen multi-tapia he pystyivät syöttämään keskimäärin 3,6 sanaa minuutissa. On myös huomattava, että osa käyttäjistä ei selviytynyt lauseen syöttämisestä lainkaan kummallakaan menetelmällä. Tästä

voidaan päätellä, että multi-tap ja T9 eivät ole tekstinsyöttömenetelminä riittävän opittavia. Silfverberg ym. (2000) tutkivat kokeneiden käyttäjien kirjoitusnopeutta T9- ja multi-tap -tekstinsyöttömenetelmillä. Erään kokeneen käyttäjän tekstinsyöttövauhti käyttäen T9-järjestelmää oli 32,9 sanaa minuutissa ja multi-tapia käyttäen 21,0 sanaa minuutissa. Tehokkuuden suhteen T9 on siis multi-tapia parempi, mutta tämä pätee vain kokeneisiin käyttäjiin. Hiltunen ym. (2002) ehdottavat, että ennakoivaan tekstinsyöttöön yhdistettäisiin sanojen automaattinen täydentäminen. Tällä tavalla voitaisiin mahdollisesti nopeuttaa tekstinsyöttöä.

Jones & Marsden (2006) esittelevät Digit Wireless -yhtiön ratkaisun tekstin syöttämiseen, joka on ns. Fastap -näppäimistö. Näppäimistössä on päällekkäin kaksi tasoa, joista alemmalla on normaalit numeronäppäimet ja ylemmällä 26 kirjainnäppäintä ABCDE-järjestyksessä. Kirjainnäppäimet ovat pieniä, mutta käyttäjän ei tarvitse osua tarkalleen oikeaan näppäimeen kirjoittaessaan, sillä ohjelmisto osaa päätellä mitä sanaa yritettiin kirjoittaa (katso kuva 5). Cockburn & Siresena (2003) vertailivat Fastapia muihin tekstinsyöttötapoihin, mukaan lukien multi-tap ja T9. Tutkimuksessa huomattiin, että aloittelijoille Fastap oli kaikkein nopein tekstinsyöttötapa. Koehenkilöt pystyivät kirjoittamaan testilauseen keskimäärin 6,3 sanan minuuttinopeudella. Kuten aiemmin todettu, käyttäen multi-tapia ja T9-tekstinsyöttöjärjestelmää koehenkilöt ylsivät vain 3,6 ja 3,9 sanan minuuttinopeuksiin. On myös huomattava, että osa koehenkilöistä ei pystynyt kirjoittamaan viestiä lainkaan määrätyn aikarajan sisällä käyttäen multi-tapia tai T9-tekstinsyöttöjärjestelmää, mutta Fastapia käyttäen kaikki koehenkilöt onnistuivat tehtävässä.



Kuva 5: Fastap-näppäimistö LG 490 -matkapuhelimessa. (Kuvaa käytetty Digitwireless:n luvalla.)

Koska Fastap-näppäimistössä jokaiselle kirjaimella on oma näppäimensä, jää laitteen numeronäppäimien tehtäväksi vain numeroiden syöttäminen. Numeroiden syöttämistä varten ei siis tarvitse siirtyä erilliseen tilaan, kuten multi-tapin ja T9:n kanssa usein joudutaan tekemään. Tämä tulee hyvin esille Cockburnin ja Sirasen (2003) tutkimuksessa, jossa koehenkilöiden täytyi syöttää yhdeksän numeron pituinen numerosarja. Fastapia käyttäen koehenkilöt pystyivät syöttämään numerosarjan 7,5 sarjan minuuttivauhdilla. Multi-tapia ja T9:ää käyttämällä koehenkilöt saavuttivat vain 2,0 ja 2,2 sarjan minuuttivauhdin. Tässäkään testissä osa koehenkilöistä ei pystynyt kirjoittamaan numerosarjaa lainkaan määrätyn aikarajan sisällä käyttäen multi-tapia ja T9:ää. Kaikki Fastapia käyttäneet koehenkilöt onnistuivat numerosarjan kirjoittamisessa.

Cockburn & Siraena (2003) esittävät tutkimuksessaan kolme etua, jotka Fastapilla on kilpailijoihinsa multi-tapiin ja T9-tekstinsyöttöjärjestelmään verrattuna. Ensinnäkin Fastap on välittömästi käytettävissä ilman harjoittelua. Tämän todistaa se, että kaikki Fastapia käyttäneet koehenkilöt onnistuivat molemmissa testeissä syöttämään oikean merkkijonon ilman harjoittelua. Fastapin käyttäminen ei siis vaadi yhtä paljon opettelua kuin kilpailevien

menetelmien käyttäminen. Toinen etu on se, että sekä numeroita että kirjaimia voidaan syöttää samalla nopeudella ilman tilasta toiseen siirtymistä. Fastapia käytettäessä ei myöskään tarvitse huolehtia siitä, löytyykö syötettävä sana laitteen sanakirjasta, vaan käyttäjä voi syöttää nopeasti myös lyhenteitä ja slangisanoja. Kolmas etu on varsinkin aloittelevien käyttäjien kognitiivinen kuormitus, joka on Fastapia käytettäessä pienempi kuin multi-tapilla tai T9:llä.

Testitulosten perusteella voidaan sanoa, että Fastap on aloittelijoille sekä tehokkaampi että helpommin opittava kuin T9 tai multi-tap. Fastapin huonona puolena voidaan pitää näppäinten suurta määrää. Mobiililaitteet pienenevät jatkuvasti, joten kaikkiin laitteisiin ei ole mahdollista asentaa Fastapin vaatimaa määrää näppäimiä. Näppäimien liiallinen pienentäminen taas heikentää laitteen yleistä käytettävyyttä.

Eräs ratkaisu näppäimistöongelmaan voisi olla myös niin kutsutut virtuaalinäppäimistöt. Virtuaalinäppäimistöllä tarkoitetaan näppäimistöä, joka on luotu kosketusnäytöllä varustetun mobiililaitteen näytölle. Tekstin syöttäminen tapahtuu painamalla virtuaalinäppäimistön näppäimiä joko sormella tai osoitinkynällä. Tällainen näppäimistö löytyy esimerkiksi Applen valmistamasta iPhone-älypuhelimesta. Virtuaalinäppäimistöjä hyödynnetään lähinnä älypuhelimissa ja kämmenmikroissa.

Toimiakseen kunnolla virtuaalinäppäimistö vaatii tarpeeksi tilaa laitteen näytöltä. Käytettävyyteen vaikuttavia asioita ovat näppäinten koko ja niiden etäisyys toisistaan. Yksittäisen näppäimen ei tulisi olla pienempi kuin osoitinkynän tai sormen pään. Tutkimukset ovat osoittaneet, että paras kirjoitusnopeus saavutetaan silloin, kun näppäinten välimatka toisistaan on sama kuin osoitinväliseen kärjen leveys. Jos näppäimistöä on tarkoitus käyttää sekä sormella että osoitinkynällä, joudutaan suunnittelussa turvautumaan jonkinlaiseen kompromissiin näppäimien sijoittelussa. Näppäimistön kokoa ei voida kuitenkaan kasvattaa niin paljon, että se vie liikaa tilaa muulta näytöllä olevalta informaatiolta. Virtuaalinäppäimistöjen hyvä puoli on se, että näppäinasettelua ja näppäinkarttaa voidaan muuttaa käyttäjäkohtaisesti. (Hiltunen ym. 2002.)

Tuntoaistin kautta saatavaa palautetta voidaan myös käyttää apuna tekstin syöttämisessä kosketusnäytön kautta. Kun tekstiä syötetään kosketusnäytöllä olevan normaalin virtuaalinäppäimistön kautta, voi käyttäjän olla vaikeaa tietää milloin virtuaalinäppäimen painallus rekisteröityy. Nokian kehittämän Haptikos-tekniikan avulla virtuaalinäppäimistöllä kirjoittamiseen saadaan samanlainen kosketuspalaute kuin normaalilla näppäimistöllä kirjoitettaessa. Kun käyttäjä painaa ruudulla olevaa näppäintä, napsahtaa se sormen alla samalla tavalla kuin normaali mekaaninen näppäin. Palaute saadaan aikaiseksi liikuttamalla itse näyttöä 0,1 millimetriä jokaisen painalluksen aikana. (The Red Ferret Journal, 2007.)

MacKenzie & Zhang (1999) tutkivat virtuaalinäppäimistön näppäinkartan vaikutusta kirjoitusnopeuteen. He vertailivat keskenään normaalia QWERTY-näppäinkarttaa ja kehittämänsä englannin kielen kirjoitukseen optimoitua OPTI-näppäinkarttaa. Tässä näppäinkartassa näppäimet on järjestetty niin, että sormien tarvitsee liikkua mahdollisimman lyhyt matka kirjoitettaessa yleisimpiä englannin kielen päätteitä. Välilyöntinäppäimiä oli yhden sijasta neljä. Jo neljän tunnin harjoituksen jälkeen koehenkilöt pystyivät kirjoittamaan nopeammin OPTI-näppäinkartalla varustetulla virtuaalinäppäimistöllä. Tämän jälkeen ero kirjoitusnopeudessa jatkoi kasvuaan niin, että kahdeksan tunnin harjoittelun jälkeen koehenkilöt pystyivät kirjoittamaan OPTI-näppäimistökarttaa käyttäen noin 45 sanaa minuutissa kun QWERTY-näppäimistökarttaa käyttäen he ylsivät 40 sanan minuuttivauhtiin. Ennustettu kirjoitusnopeuden yläraja OPTI-näppäimistökartalle on noin 58 sanaa minuutissa ja vastaavasti QWERTY:lle noin 44 sanaa minuutissa. Koska ero kirjoitusnopeudessa oli kahdeksan tunnin harjoittelun jälkeen vain 5 sanaa minuutissa, voidaan todeta että järjestelmien opittavuudessa ei ole juurikaan eroja. Ennustetussa tehokkuudessa OPTI-näppäimistökartta on taas huomattavasti parempi kuin QWERTY.

Tekstin syöttäminen mobiililaitteeseen onnistuu myös eleisiin perustuvien käyttöliittymien avulla. Tällainen järjestelmä on esimerkiksi Palm Inc. -yrityksen kehittämä Graffiti-käsialantunnistusohjelmisto, joka on käytössä kämmenmikroissa. Graffitin avulla käyttäjä voi syöttää tekstiä mobiililaitteeseen piirtämällä osoitinkynällä kirjaimien yksinkertaistettuja versioita erityiselle kosketuspinnalle. Kun käyttäjä on opetellut vaadittavat kirjainmerkit, voi hän syöttää tekstiä laitteeseen katsomatta, mitä hän kirjoittaa. Koska käsialantunnistus toimii

osoitinkynän avulla, varaa tekstin syöttäminen käyttäjän molemmat kädet – toisessa kädessä on osoitinkynä ja toisessa itse laite.

Tekstin syöttämisessä voidaan käyttää apuna myös koko laitteen kallistamista. Wigdor & Balakrishnan (2003) esittelevät tutkimuksessaan laitteen kallistuksen avulla toimivan tekstinsyöttöjärjestelmän nimeltään TiltText. TiltText toimii normaalilla 12-näppäimisellä mobiililaitteen näppäimistöllä ja perustuu multi-tap -tekstinsyöttöjärjestelmään. Syöttääkseen halutun merkin käyttäjä painaa näppäintä ja kallistaa samalla laitetta joko vasemmalle, oikealle, ylös tai alas. Syöttääkseen esimerkiksi kirjaimen a, käyttäjä painaa näppäintä 2 ja kallistaa laitetta vasemmalle. Jos laitetta kallistaa oikealle, syötetään kirjain c. Järjestelmän vaatima kallistuskulma on erittäin pieni, joten käyttäjän ranne ei rasitu liikaa pitkänkään tekstin kirjoittamisesta. Kirjoitusnopeustesteissä huomattiin, että TiltTextiä käyttäen käyttäjät ylsivät jopa 23% suurempaan kirjoitusnopeuteen multi-tapiin verrattuna.

Teknologian tason parantuessa myös puheentunnistuksen käyttö tekstin syöttämiseen on yleistynyt. Tarasewich (2002) toteaa, että jos tietyt teknologiset rajoitteet saadaan ratkaistua, on mahdollista, että puheentunnistus jopa syrjäyttää perinteiset näppäimistöt ja kosketusnäytöt eniten käytettynä tekstinsyöttötapana. Näihin ongelmiin kuuluvat esimerkiksi visuaalisen palautteen antamisen vaikeus ja se, että käyttäjän ääni pitää opettaa laitteelle erikseen. Puheentunnistuksen tärkein etu on tekstin syöttämisen nopeus, joka voi nousta jopa sataan sanaan minuutissa. Tämä on noin kaksinkertainen nopeus verrattuna esimerkiksi OPTI-virtuaalinäppäimistöllä saavutettavaan maksimikirjoitusnopeuteen. Koska tekstin syöttämiseen ei tarvita näppäimiä, voivat laite ja sen näppäimet olla kooltaan kuinka pieniä tahansa.

Tässä luvussa esitellyistä tekstinsyöttömenetelmistä jokaisella on omat hyvät ja huonot puolensa ja tietyt menetelmät soveltuvat parhaiten käytettäväksi tietyn tyyppisessä mobiililaitteessa. Esimerkiksi virtuaalinäppäimistöjä voidaan hyödyntää parhaiten älypuhelimissa ja kämmenmikroissa kun taas Fastap soveltuu parhaiten matkapuhelimissa käytettäväksi. Mielestäni aloitteleville käyttäjille parhaat näistä menetelmistä ovat juuri Fastap ja virtuaalinäppäimistöt, sillä niiden käyttö on helposti opittavissa ja ne mahdollistavat

verrattain tehokkaan tekstin syöttämisen. Kokenut käyttäjä taas pystyy hyödyntämään lähes kaikkia tässä luvussa esiteltyjä tekstinsyöttömenetelmiä tehokkaasti. Kun puheentunnistukseen liittyvät tekniset ongelmat saadaan ratkaistua, voi siitä tulla mobiililaitteiden tärkein tekstinsyöttömenetelmä.

4.4.2 Pienet näytöt

Kaikissa nykypäivän mobiililaitteissa on pieni näyttö verrattuna pöytätietokoneiden näyttöihin tai vaikkapa televisioihin. Mobiililaitteiden näytöt eroavat toisistaan koon lisäksi myös resoluution, toistettavan värimäärän ja kosketusominaisuuden osalta. Suuri osa uusista mobiililaitteista sisältää värinäytön.

Ruudun kapasiteetilla tarkoitetaan sitä, kuinka paljon informaatiota ruudulla voidaan samanaikaisesti esittää. Kapasiteetti voidaan määrittää kahdella tavalla, joko ruudun koon tai tarkkuuden mukaan. Tarkkuudella eli resoluutiolla tarkoitetaan sitä, kuinka monesta pikselistä ruutu muodostuu. Vaikka mobiililaitteiden näytöt ovat pieniä verrattuna pöytätietokoneiden näyttöihin, on niiden tarkkuus suhteutettuna näytön kokoon silti jopa yhtä suuri ellei suurempi kuin pöytätietokoneissa. Onkin siis harhaanjohtavaa kuvata mobiililaitteiden näyttöjä epätarkoiksi. (Zwick & Schmitz 2005.)

Näytön koko tai tarkkuus eivät ole ainoita käytettävyyteen vaikuttavia asioita. Myös näytön tekniikalla on vaikutusta käytettävyyteen. Suurimmassa osassa nykyisiä mobiililaitteita käytetään lcd-tekniikalla (Liquid Crystal Display) valmistettuja näyttöjä. Näiden näyttöjen ongelmana on se, että aurinkoisella säällä laitteen käyttäminen ulkotiloissa vaikeutuu näytön heijastavan pinnan vuoksi. Näytön kontrasti muuttuu siis sitä huonommaksi, mitä valoisampaa on. Joissain laitteissa käytetään lcd-näyttöjen tilalla oled-tekniikalla (Organic Light Emitting Diode) valmistettuja näyttöjä, jotka eivät kärsi tästä ongelmasta. Nämä näytöt ovat kuitenkin kalliimpia kuin lcd-tekniikalla valmistetut.

Kuten mobiililaitteet yleensäkin, ovat myös laitteiden näytöt kehittyneet huomattavasti viimeisten vuosien aikana. Koska laitekannat ovat suuria ja eri ikäisiä laitteita on käytössä paljon, tulisi mobiililisovellusten ja mobiililaitteille tarkoitettujen internetsivujen suunnittelussa ottaa huomioon näyttöjen laaja kirjo. Weiss (2002) ehdottaa, että kaikkien ohjelmistojen ja sivujen tulisi toimia näytöllä, jolla voidaan esittää 4x12 merkkiä. Suuri osa nykylaitteista kykenee näyttämään enemmän merkkejä, mutta pääsääntöisesti oletetaan, että sekä laitteiden näytöt että niiden tarkkuus ovat pieniä.

Yee (2003) kehittämän peephole-display -tekniikan avulla mobiililaitteen pieni näyttö yritetään saada tuntumaan suuremmalta. Sen sijaan että näytölle sovitettaisiin mahdollisimman paljon informaatiota, näyttö toimii ikkunana suurempaan kuvaan tai työpöytään. Laitteeseen asennetut sensorit ilmoittavat järjestelmälle laitteen sijainnin käyttäjään nähden. Kun käyttäjä liikuttaa laitetta, sensorit ilmoittavat sijainnin muutoksen ohjelmalle, joka päivittää näytölle oikean osan suuresta kuvasta. Suurella virtuaalinäytöllä voi olla vaikkapa kartta, osoitekirja tai kuva, jota käyttäjä piirtää. Virtuaalinäyttöä voidaan lähentää tai loitontaa liikuttamalla laitetta joko alas tai ylös. Käyttäjällä voi myös olla monta sovellusta auki samaan aikaan, jolloin niiden välillä siirtyminen tapahtuu liikuttamalla laitetta. Ohjaus olisi mahdollista toteuttaa myös laitetta kallistamalla, jolloin käyttäminen olisi helpompaa esimerkiksi ruuhkabussissa ja muissa tilanteissa, joissa käyttäjällä on vain rajoitetusti tilaa käytössään.

Käytettävyydestä peephole-display menestyi hyvin. Tilanteissa, joissa käytettiin vain yhtä kättä, oli peephole-display selvästi nopeampi kuin testilaitteen normaali käyttöliittymä. Useissa testitilanteissa käyttäjät osasivat hyödyntää tekniikan ominaisuuksia ilman että heille niistä erikseen kerrottiin. Tekniikka on siis intuitiivinen ja helposti opittava. (Yee, 2003.) Mielestäni tällainen tekniikka toimii parhaiten sen kokoluokan näytöissä, joita löytyy kämmenmikroista ja älypuhelimista. Matkapuhelimien näytöt ovat vielä niin pieniä, että laitetta liikuteltaessa koko ruudun sisältö saattaisi vaihtua kerralla hämmentäen käyttäjää. Tähän voitaisiin tietysti vaikuttaa säätämällä ohjausta vähemmän herkäksi.

4.4.3 Vaihtoehtoiset tavat antaa käyttäjälle palautetta

Palautteen antaminen käyttäjälle muilla tavoin kuin näköaistin kautta on käytettävyyshaaste, joka johtuu mobiililaitteiden käyttötavoista ja joka voidaan ratkaista esimerkiksi käyttämällä tuntoaistiin perustuvia viestintätapoja. Tällä hetkellä niitä ei juurikaan käytetä hyväksi mobiililaitteissa.

Iho on pinta-alaltaan suurin ihmisen aistiva elin ja mobiililaitteet ovat usein käyttäjän ihon läheisyydessä, joko käyttäjän kädessä tai taskussa. Varsinkin laitteelta käyttäjälle tapahtuvan tiedon välittämisessä voitaisiin hyödyntää tuntoaistiin perustuvia viestintätapoja, sillä käyttäjä voi aistia tuntoaistiin perustuvan palautteen jopa viisi kertaa nopeammin kuin visuaalisen ärsykkeen. Tuntoaistin avulla aistitut asiat synnyttävät myös pienemmän kognitiivisen kuormituksen verrattuna muihin aisteihin. Käyttämällä mobiililaitteissa enemmän tuntoaistia näköaistin sijaan, voitaisiin vähentää käyttäjän kognitiivista kuormitusta helpottaen samalla mobiililaitteiden käyttöä. (Poupyrev ym. 2002.)

Yleisin laitteissa oleva tuntoaistiin perustuva ominaisuus on värinäähälytys. Saapuvasta puhelusta tai tekstiviestistä voidaan ilmoittaa laitteen värähtelyn avulla. Tämä on hyödyllistä silloin, kun laite on asetettu äänettömään tilaan tai käyttäjä on meluisassa ympäristössä. Värähtelyn laatua ei yleensä voida muuttaa kontaktikohtaisesti, toisin kuin esimerkiksi soittoaäntä. Tällainen toiminto parantaisi laitteen käytettävyyttä. Poupyrev ym. (2002) toteavat, että koska käyttäjä ei saa värähtelyn kautta tietoa esimerkiksi soittajasta tai soiton tärkeydestä, joutuu hän keskeyttämään muut askareensa, ottamaan laitteen esille, etsimään tarvittavan tiedon ja lopuksi päättämään miten hän reagoi. Tämä voi olla turhauttavaa ja joskus jopa vaarallista, esimerkiksi jos käyttäjä ajaa samalla autoa. Soittajasta tau soiton tärkeydestä voidaan ilmoittaa myös äänen avulla, mutta se ei ole aina mahdollista esimerkiksi silloin, kun käyttäjä on tärkeässä kokouksessa tai meluisassa ympäristössä.

Yksinkertaisen värinäähälytyksen lisäksi tuntoaistiin perustuvia viestejä ei ole juurikaan käytetty mobiililaitteissa, sillä teknologian taso ei ole sitä mahdollistanut. Sonyn tutkijoiden kehittämä TouchEngine laajentaa tuntoaistin avulla tapahtuvaa viestintää. Poupyrev ym.

(2002) kertovat, että TouchEnginen kehittäminen sai alkunsa, kun Sonyn tiedemiehet tutkivat ihmisten tuntoaistin tarkkuutta. He havaitsivat, että ihmiset voivat aistia tuntoaistin kautta kaksi vain viiden millisekunnin päässä toisistaan olevaa ärsykettä ja erottaa suuren määrän eri taajuuksilla tuotettuja ärsykeitä. Tutkijat kehittivät mobiililaitteisiin sopivan komponentin, jonka tehtävä on muuttaa sähköiset signaalit liikkeeksi. Tämä laite pystyy tuottamaan värähtelyä erittäin nopeasti ja tarkasti, toisin kuin nykyisissä mobiililaitteissa olevat vastaavat osat.

Kuten jo aiemmin on todettu, tuntoaistiin perustuvia viestejä voidaan käyttää antamaan käyttäjälle tietoa soittajasta, viestin lähettäjistä tai soiton tärkeydestä värähtelyn rytmiä, intensiteettiä ja muutosnopeutta vaihtelemalla. Eräissä testissä tutkijat kehittivät tuntoaistiin perustuvan etenemistä kuvaavan palkin, joka ilmestyy esimerkiksi kun tietoa siirretään laitteesta toiseen. Pöytäkoneella tällaiselle palkille on usein riittävästi tilaa näytöllä ja käyttäjällä on aikaa seurata palkin etenemistä. Mobiiliympäristössä jatkuva visuaalinen tarkkailu vaatii, että käyttäjä keskeyttää muun toiminnan tarkastaakseen laitteen tilan. TouchEnginen avulla voitiin luoda tuntoaistiin pohjautuva palkki, jonka etenemisestä ilmoitetaan käyttäjälle pienillä sykäyksillä. Sykäysten väli lyhenee sitä mukaa kun palkki etenee ja näin käyttäjä voi valmistautua suuntaamaan huomionsa laitteeseen kun palkin kuvaama toiminto alkaa lähestyä loppua. (Poupyrev ym. 2002.)

4.4.4 Vaihtoehtoiset tavat ohjata laitteita

Erilaisilla äänimerkeillä on tärkeä merkitys mobiililaitteista puhuttaessa. Lähes jokaisessa mobiililaitteessa on mahdollisuus asettaa erilaisia hälytysääniä saapuville viesteille ja puheluille. Äänet voivat olla joko alkeellisia piipityksiä, polyfonisia sävellyksiä tai niin sanottuja aitoja, nauhoitettuja ääniä. Äänimerkkien avulla on mahdollista välittää tietoa laitteelta käyttäjälle, mutta ei vastakkaiseen suuntaan. Puheentunnistus ja puhesynteesi tarjoavatkin käyttäjille uusia tapoja olla vuorovaikutuksessa mobiililaitteiden kanssa. Ihmiset voivat viestiä tehokkaasti ja vaivattomasti myös erilaisten eleiden avulla, kuten osoittamalla sormella tai nyökkäämällä. Jokainen tekee tällaisia pieniä eleitä alitajuisesti päivittäin. Eleisiin

perustuvat viestintätavat tekevät tuloaan myös mobiililaitteisiin. Yksinkertaiset eleet kuten koko mobiililaitteen liikuttaminen tuovat hyödyllisiä tapoja syöttää tietoa mobiililaitteeseen ja ohjata laitteen toimintoja. (Jones & Marsden, 2006.)

Puheentunnistuksen esiasteena voidaan pitää *puheohjausta*, jota on käytetty mobiililaitteissa ja useita vuosia. Puheohjauksen avulla käyttäjä voi esimerkiksi soittaa tiettyyn numeroon vain sanomalla ääneen halutun ihmisen nimen. Puheohjauksen ja puheentunnistuksen ero on siinä, että puheohjauksessa äänikomennot ovat käyttäjän itsensä ennalta nauhoittamia, kun taas *puheentunnistus* ymmärtää teoriassa käyttäjän komennot ilman komentojen nauhoitusta. *Puhesyntetisaattorin* avulla pyritään puolestaan muuntamaan kirjoitettu teksti puhuttuun muotoon digitaalisen signaalinkäsittelyn avulla.

Puheentunnistuksen rajoituksiin kuuluvat esimerkiksi se, että käyttäjän ääni pitää opettaa laitteelle, visuaalisen palautteen antaminen on vaikeaa ja puheentunnistuksen aiheuttamat sosiaaliset ongelmat, joita käsiteltiin tarkemmin luvussa 4.2. Jos puheentunnistus saataisiin toimimaan tarpeeksi hyvin, tekisi se mobiililaitteiden käytöstä helpommin opittavaa, sillä käyttäjät voisivat kommunikoida laitteen kanssa käyttäen luonnollista kieltään. Myös lasten, vanhusten ja lukutaidottomien olisi näin helpompaa käyttää laitteita (Väänänen-Vainio-Mattila & Ruuska 2000).

Sawhneyn ja Schmandtin (2000) kehittämä Nomadic Radio on laite, jonka kehitystyössä pyrittiin ratkaisemaan puheentunnistuksen ja -synteesin ongelmia. Nomadic Radio on päälle puettava laite, jonka avulla käyttäjä voi kuunnella hänelle lähetettyjä sähköposteja ja tekstiviestejä sekä kalenteriin tehtyjä merkintöjä, muistiinpanoja ja uutislähettyksiä. Laitetta käytetään näppäimistön ja näytön sijasta puheentunnistuksen ja puhesyntetisaattorin avulla. Jo valmiiksi äänimuodossa olevat viestit toistetaan sellaisenaan mutta tekstimuodossa olevat viestit muutetaan puheeksi syntetisaattorin avulla. Laitteessa olevien useiden kaiuttimien avulla saadaan erityyppiset viestit kuulumaan eri puolelta päätä ja näin käyttäjälle ei välttämättä tarvitse kertoa erikseen viestin luonteesta.

Käyttämällä puhetta kommunikaatiokanavana mobiililaitteissa, voidaan parantaa laitteiden käytettävyyttä ja käyttökokemusta. Puheen käyttäminen ei ole kuitenkaan paras vaihtoehto kaikissa tilanteissa. Tästä esimerkkinä on edellä mainittu puheohjaus. Sitä käytetään erittäin vähän, sillä sen käyttäminen on vaivalloista ja kömpelöä. Komentojen nauhoittaminen vie aikaa ja ne täytyy muistaa ulkoa sanatarkasti, jotta ne toimisivat halutulla tavalla. Käyttäjät voivat myös ujustella äänikomentojen käyttämistä esimerkiksi joukkoliikennevälineissä, sillä he eivät halua muiden ihmisten tietävän, kenelle he soittavat. Tästä ongelmasta kärsii myös Nomadic Radio. (Hiltunen ym. 2002.)

Jones & Marsden (2006) määrittelevät neljä ongelmaa, jotka puheentunnistuksella ja puhesynteesillä on mobiililaitteissa. Ensimmäinen ongelma on käyttöympäristöstä johtuva taustamelu. Mobiililaitteita käytetään hiljaisten sisätilojen lisäksi myös esimerkiksi liikenteessä, jonka aiheuttama melu voi johtaa puheen muuttumisen epäselväksi. Myös laitteen tuottaman puheen ja äänimerkkien kuuleminen vaikeutuu. Toinen ongelma liittyy puheen laatuun. Työpöytäkäytössä käyttäjät syöttävät puheentunnistusohjelmalle usein kokonaisia lauseita hitaasti ja tarkasti artikuloiden, mutta mobiilikäytössä puheen sisältö on spontaanimpaa. Nämä lyhyet lauseet eivät ole kokonaisia ja ne sisältävät paljon korjauksia. Tällaisten lauseiden tulkitseminen on erittäin vaikeaa puheentunnistusohjelmille. Kolmas ongelma liittyy käytettyyn sanastoon. Puheentunnistusohjelmat tunnistavat puhetta sanakirjojen avulla. Mobiilikäytössä sanastossa on kuitenkin paljon erisnimiä, kuten katujen, paikkojen ja ihmisten nimiä. Tällaisten sanojen tunnistaminen ja tuottaminen on vaikeaa puheentunnistus ja -synteesiohjelmille. Neljäs ongelma on puhumisen aiheuttama kognitiivinen kuormitus. Puhuminen ja kuunteleminen aiheuttavat käyttäjälle suuremman kognitiivisen kuormituksen kuin jotkin muut viestintätavat, kuten eleiden käyttäminen. Puheohjauksen soveltamista laitteissa tulisi mieltä tarkasti ja käyttäjälle tulisi antaa aina myös muita keinoja syöttää tietoa laitteeseen. Myös käyttäjälle yhdellä kertaa puhutun tekstin määrä tulisi pitää mahdollisimman pienenä.

Hiltunen ym. (2002) tuovat esille vielä yhden puheentunnistuksen avulla toimivan ohjauksen käyttöö rajoittavista seikoista. Jotta ohjaus toimisi luontevasti, tulisi jokaisella objektilla, jonka käyttäjä voi valita olla nimi. Selatessa Internetiä tämä on vaikeaa, sillä samalla sivulla voi olla

monta samannimistä linkkiä. Tietyn linkin valitseminen puheentunnistuksen avulla on tällaisessa tilanteessa erittäin vaikeaa. Internetsivut on suunniteltu käytettäväksi hiiren tai kosketuskynän avulla eivätkä siis taivu hyvin puheohjauksella ohjattavaksi. Puheentunnistuksella voidaan vaikuttaa käytettävyyteen myös positiivisesti. Kun laitetta ohjataan puheentunnistuksen avulla, ei käyttämiseen tarvitse sillä hetkellä kumpaakaan kättä. Näin käyttäjä on vapaampi tekemään samanaikaisesti muita asioita (Hiltunen ym. 2002.)

Paitsi ääntä, ihminen käyttää jatkuvasti viestinnässään myös eleitä. Esimerkiksi osoitinkynän tai sormen liikkeiden avulla voidaan tekstin syöttämisen lisäksi myös ohjata ohjelmien toimintaa. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi TouchPlayer (Pirhonen ym. 2002) ja SmartPad (Rekimoto ym. 2003).

TouchPlayer antaa käyttäjälle mahdollisuuden ohjata musiikkisoitinta eleiden avulla niin, että itse laitteeseen ei tarvitse olla näköyhteyttä. Siirtyäkseen seuraavaan kappaleeseen käyttäjän tarvitsee vain liikuttaa sormeaan näytön vasemmalta reunalta oikealle reunalle. Äänenvoimakkuuden säätäminen onnistuu samalla tavalla, mutta liikkeen on tapahduttava ylhäältä alas tai alhaalta ylös. Käyttäjää saa kaikista toiminnoista myös palautteen äänimerkin muodossa (Pirhonen ym. 2002). Mielestäni tällainen ohjausmenetelmä toimisi hyvin myös mobiililaitteissa, sillä useista laitteista löytyy samankaltaisia toimintoja kuin musiikkisoittimista.

SmartPad yhdistää normaalin matkapuhelimen näppäimistön ja kannettavista tietokoneista tutun kosketuslevyn toisiinsa. Laitteen avulla saadaan siis selville käyttäjän sormenpään sijainti silloin kun sormi lepää kevyesti laitteen päällä. Sijaintia voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi laitteen ohjaamisessa eleiden avulla sekä sen toiminnon tuloksen esittämiseen laitteen näytöllä etukäteen, jonka aktivoivan näppäimen päällä käyttäjän sormi sillä hetkellä on. Esikatselutoiminto auttaa käyttäjää ennakoimaan toiminnon tuloksen varsinkin silloin kun tiettyyn näppäimeen sidottujen toimintojen määrä on suuri ja vaihteleva. (Rekimoto ym. 2003.)

Jones & Marsden (2006) mainitsevat kaksi suurta etua jotka voidaan saavuttaa käyttämällä eleisiin pohjautuvia järjestelmiä kuten TouchPlayeriä tai SmartPadia. Ensimmäinen etu on se, että laitteisiin ei tarvitse lisätä uusia näppäimiä eikä muita elementtejä. Näin säästetään tilaa esimerkiksi suurempaa näyttöä varten. Toinen etu on se, että käyttäjän ei tarvitse kiinnittää niin paljon huomiota itse laitteeseen kuin yleisimpiä vuorovaikutustapoja käytettäessä. Tämä helpottaa mobiililaitteiden käyttämistä tilanteissa, joissa huomion kiinnittäminen laitteeseen voi olla käyttäjälle jopa vaarallista.

Sekä TouchPlayerissä että Smartpadissa käytetyt eleet ovat niin sanottuja *mikroeleitä*, joiden suorittamiseksi käyttäjä liikuttaa sormeaan laitteen pinnalla. On olemassa myös eleitä, joiden suorittamiseksi käyttäjän on liikutettava koko laitetta. Jones & Marsden (2006) toteavat, että pelkällä laitteen kallistamisella voidaan syöttää tekstiä, ohjata osoitinta sekä hallita ohjelmia. Poupyrev ym. (2002) kertovat, että mobiililaitteisiin asennettujen kallistus- ja painesensorien avulla käyttäjällä on mahdollisuus olla vuorovaikutuksessa laitteen kanssa täysin uudella tavalla. Kallistussensoreita voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi ruudulla olevaa pitkää listaa selatessa. Sen sijaan että käyttäjä selaisi listaa painamalla laitteen näppäimiä, hän kallistaa koko laitetta joko itseensä päin tai itsestään pois päin. Kallistuksen kulma määrittää vierityksen nopeuden. Tämänkaltainen tekniikka mahdollistaa myös laitteen käytön yhdellä kädellä ja on lisäksi käyttäjän helppo oppia.

Weberg ym. (2001) tutkivat mobiililaitteen osoittimen ohjaamista kallistamisen avulla. Osoitin liikkui vain silloin, kun laitteessa oleva näppäin oli painettu pohjaan. Näppäimen vapauttaminen lukitsi osoittimen paikalleen ja toimi samalla hiiren painikkeen napsauttamisen tapaan valiten halutun toiminnon. Jonesin & Marsdenin (2006) mukaan tällaisella lähestymistavalla voidaan lisätä käytön hauskuutta ja miellyttävyyttä. Käyttökokemusta voitaisiin verrata kokkiin, joka liikuttelee voinokareta paistinpannulla: mitä jyrkemmin laitetta kallistaa, sitä nopeammin osoitin liikkuu ruudulla.

Poupyrev ym. (2002) huomasivat tutkimuksessaan myös useita puutteita kallistukseen pohjautuvassa ohjausmenetelmässä. Käyttäjien oli välillä vaikeaa saada pysäytettyä vieritys oikeassa kohdassa, sillä laitteen kääntäminen neutraaliin asentoon oli hankalaa. Usein

käyttäjät myös yrittivät pysäyttää vierittämisen kääntämällä laitetta liikaa vastakkaiseen suuntaan, joka aiheutti tahattoman vierittämisen suunnan vaihtumisen. Tarkkojen valintojen tekeminen laitetta kallistamalla ei siis ole aivan helppoa ja käytön oppiminen vaatii harjoittelua. Vierityksen hidastaminen paransi tarkkuutta, mutta lisäsi toisaalta tehtävän suorittamiseen kulunutta aikaa. Laitteen ohjaaminen kallistamalla vaatii myös käyttäjän jatkuvan visuaalisen huomion, sillä pienikin häiriötekijä saattaa johtaa ohjaustuntuman menettämiseen. Tällainen ohjaustapa ei siis ole kovin turvallinen käyttää, sillä käyttäjän huomio saattaa kiinnittyä samanaikaisesti myös muihin asioihin.

Ratkaisuiksi näihin ongelmiin Poupyrev ym. (2002) ehdottavat tuntoaistiin perustuvien palautteiden yhdistämistä laitteen kallistuksella ohjattaviin käyttöliittymiin. Näin käyttäjä pystyisi käytännössä tuntemaan kuinka tieto liikkuu laitteen sisällä. Tuntoaistin avulla käyttäjä pystyisi ylläpitämään tietoa laitteen käyttöliittymän tilasta, vaikka visuaalinen huomio siirtyisikin hetkeksi toisaalle. Kallistuksen avulla tapahtuvasta ohjaamisesta tulisi myös tarkempaa, sillä ihminen aistii tietoa nopeammin tuntoaistin kuin näköaistin kautta. Näiden kahden aistin yhteistyön avulla laitteen kallistuskulman säätämisestä tulisi helpompaa ja tarkempaa. Tuntoaistin avulla voitaisiin myös kertoa käyttäjälle milloin laite on keskiasennossa tai vieritettävän alueen reunalla.

Mobiililaitteissa voidaan hyödyntää myös muitakin kuin laitteen kallistukseen pohjautuvia makroeleitä. Hinckley ym. (2000) tutkivat tapoja aktivoida laitteen ääninauhuri sen perusteella, miten ja missä asennossa laite käyttäjään nähden sijaitsee. Erilaisten sensoreiden avulla pystyttiin mittaamaan laitteen etäisyys käyttäjästä ja sen kallistuskulma. Näiden tietojen avulla pystyttiin havaitsemaan milloin laite nostettiin matkapuhelimen tavoin lähelle käyttäjän kasvoja ja aktivoimaan ääninauhuri. Jones & Marsden (2006) ehdottavat, että tällaista tekniikkaa voitaisiin käyttää hyödyksi myös esimerkiksi musiikkisoittimissa. Kun käyttäjä liikuttaisi soittimen lähelle sydäntään, alkaisi laite soittaa hänen lempimusiikkiaan. Mielestäni tällaiselle tekniikalle on helppo keksiä erilaisia käyttötarkoituksia. Koska sensoreiden avulla on mahdollista havaita milloin käyttäjä kävelee, voitaisiin vaikkapa laitteen hälytysääntä säätää automaattisesti voimakkaammalle kävelyn ajaksi.

Kaikki edellä esitellyt eleet ovat suhteellisen pieniä ja ne voidaan suorittaa huomaamattomasti ja nopeasti. Tiettyjen eleiden suorittaminen varsinkin liikkuesssa voi kuitenkin hidastaa käyttäjän muuta toimintaa. Brewster ym. (2003) tutkivat eleiden vaikutusta käyttäjien kävelynopeuteen. Heidän kehittämänsä järjestelmä antoi käyttäjälle mahdollisuuden tehdä valintoja nyökkäämällä. Valittavat vaihtoehdot esitettiin käyttäjälle äänenä kuulokkeiden kautta ja käyttäjä teki valinnan nyökkäämällä siihen suuntaan mistä halutun toiminnon ääni kuului. Tutkimuksessa huomattiin, että koehenkilöt pystyivät samalla kävelemään ja käyttämään järjestelmää tehokkaasti. Järjestelmän käyttäminen kuitenkin hidasti koehenkilöiden kävelyvauhtia lähes kolmanneksen. Jones & Marsden (2006) toteavat, että liikkeessä tapahtuva käyttäminen keskeyttää aina jonkin muun tehtävän, jonka käyttäjä haluaa suorittaa. Tämän vuoksi onkin tärkeää, että käyttämiseen vaaditun työn määrä yritetään minimoida. Eleisiin perustuvan järjestelmän käytön tehokkuutta arvioidessa tulisikin ottaa huomioon se, kuinka paljon käyttäminen vaikuttaa muuhun toimintaan.

Hiltunen ym. (2002) mielestä suurin eleiden käyttöön liittyvä ongelma on se, että käyttäjien on vaikea muistaa kuinka jokin tietty ele suoritetaan. Tämä on luonnollista, sillä eleiden käyttö mobiililaitteissa ei ole vielä kovin yleistä. Toisaalta tutkimustulokset osoittavat, että osoitinkynällä piirrettävät eleet ovat helpompia muistaa kuin näppäimistön näppäinoikotiet, jotka nekin ovat yleisesti käytössä. Toinen ongelma on se, että laitteet eivät aina tunnista eleitä oikein, vaikka käyttäjä suorittaisikin ne moitteettomasti. Eleistä tulisikin tehdä riittävän erilaisia, jotta ne olisivat käyttäjille helpompia muistaa ja laitteille tunnistaa. Toinen keino auttaa käyttäjää muistamaan eleet on antaa heidän suunnitella ne itse. Näin järjestelmä saadaan mukautumaan käyttäjän toiveisiin. Toisaalta jos eleitä on paljon, tulee käyttäjälle liian suuri työ suunnitella ne kaikki itse. Paras ratkaisu on kenties antaa käyttäjälle valmiit eleet, joita hän voi myöhemmin muokata omien tarpeidensa mukaisiksi.

5 PÄÄTÄNTÖ

Tässä Pro Gradu -tutkielmassa olen esitellyt mobiililaitteiden käytettävyyden haasteita sekä niiden mahdollisia ratkaisuja. Mobiililaitteiden määrittelyn perustana käytin Weissin määritelmää handheld-laitteista. Osoittautui, että mobiililaitteita on hyvin paljon erilaisia, ja valikoima laajenee jatkuvasti. Mobiililaitteita yhdistää se, että ne ovat liikuteltavia, kädessä pidettäviä ja niihin voidaan asentaa ohjelmia tai niillä voidaan olla yhteydessä Internetiin. Käytettävyyttä tarkastellessa ilmeni, että mobiililaitteissa erityisen tärkeitä ominaisuuksia ovat opittavuus ja tehokkuus sekä käyttökokemus.

Esittelemistäni uusista tekniikoista, joilla on pyritty parantamaan mobiililaitteiden käytettävyyttä, useat ovat pärjänneet käytettävyydesteissä erittäin hyvin. Uudet tekniikat kuten tekstinsyöttöjärjestelmä Fastap ja eleisiin pohjautuva järjestelmä SmartPad eivät kuitenkaan ole laajalti käytössä nykyisissä mobiililaitteissa. Tähän voi olla syynä esimerkiksi se, että uusien tekniikoiden hyvät testitulokset on saavutettu laboratorio-olosuhteissa. Testitulokset eivät välttämättä säily yhtä hyvinä siirryttäessä laitteiden todelliseen käyttöympäristöön. Varsinkin puheentunnistusta ja eleitä käyttävät käyttöliittymät kärsivät jatkuvasti vaihtuvasta käyttöympäristöstä. Tietyt tekniikat eivät myöskään välttämättä toimi hyvin yhdessä, vaikka ne toimisivatkin täydellisesti yksin. Yksi syy siihen, että nämä uudet tekniikat eivät ole laajemmassa käytössä liittyy niiden viimeisteleminen vaatimiin taloudellisiin panostuksiin. Yritykset keskittyvät mieluummin markkinointiin ja siirtävät kehittämisessä säästyneet kulut alhaisempiin kuluttajahintoihin. Koska uusien tekniikoiden kehittäminen on aikaa vievää ja kallista, saattavat kehityskustannukset tuntua yrityksistä liian suurilta. Kehityksestä aiheutuvien kustannusten kertymistä pitäisikin pystyä tarkastelemaan pidemmällä tähtäimellä.

Käytettävyys ei ole sellainen ominaisuus, jonka avulla mobiililaitteita voidaan markkinoida suurille massoille. Ominaisuudet kuten suuret näytöt ja laitteiden pieni koko vetoavat kuluttajiin ja hyvää käytettävyyttä pidetään usein itsestäänselvyytenä. Käytettävyys huomataankin usein vasta kun se puuttuu. Toisaalta jos sovellus on ideatasolla erittäin hyvä, ei käytettävyydellä välttämättä ole niin suurta merkitystä. Tästä esimerkkinä on tekstiviestit,

joiden menestykseen luultavasti edes kehittäjät eivät alussa uskoneet, sillä kuka nyt jaksaisi näpytellä matkapuhelimen pienellä näppäimistöllä satojen merkkien pituisia viestejä, kun tiedon voi saada perille myös soittamalla.

Mobiililaitteiden koot pienenevät koko ajan, mutta samalla niihin lisätään enemmän ja enemmän ominaisuuksia. Todellisuudessa monikaan laitteen omistaja ei käytä kaikkia laitteen tarjoamista sadoista toiminnoista. Käytettävyyden kannalta olisi taas parasta, jos laitteessa olisi vain ne ominaisuudet, joita käyttäjät todella tarvitsevat. Matkapuhelinvalmistajat ovat yrittäneet vastata tähän kysyntään tuomalla markkinoille muutamia normaalia kookkaampia ja yksinkertaisempia laitteita. Käyttäjien silmissä tällaiset laitteet leimataan helposti vain vanhuksille ja taitamattomille käyttäjille tarkoitetuiksi. Kuluttaja eivät halua ostaa laitetta, joka saa hänet näyttämään huonolta toisten ihmisten silmissä, vaikka itse laite olisikin käyttäjälle juuri sopiva. Koska tällaiset yksinkertaistetut mallit eivät mene hyvin kaupaksi, ajautuvat valmistajat valmistamaan laitteita, joita esimerkiksi vanhuksien on erittäin hankala käyttää. Mobiililaitteiden suunnittelijoiden pitäisikin pohtia sitä, ovatko uudet hienot ominaisuudet käyttäjiä vai kehittäjiä itseään varten.

Nykyisin mobiililaitteen käyttö voi vaatia käyttäjältään paljon huomiota. Mobiililaitteiden käyttämistä onkin pyritty saamaan turvallisemmaksi esimerkiksi handsfree-laitteiden avulla. Uskon, että tulevaisuudessa mobiililaitteiden tietyistä toiminnoista pyritään tekemään sellaisia, että niitä voidaan käyttää ilman että käyttäjä katsoo laitetta. Tällaisia eyesfree-toimintoja voidaan toteuttaa esimerkiksi eleiden sekä puheentunnistuksen ja puhesyntetisaattorien avulla. Jos laitteet muuttuvat vieläkin pienemmiksi, on lähes välttämätöntä kehittää uusia vuorovaikutustapoja, sillä laitteisiin ei mahdu nykyistä määrää näppäimiä.

Sekä nykyisiä että tulevaisuuden mobiililaitteita suunniteltaessa pitäisi aina muistaa ottaa huomioon laitteen käyttäjän ominaisuudet sekä käyttötilanne eikä keskittyä pelkästään teknisiin seikkoihin. Koska mobiililaitteet on tarkoitettu liikuteltaviksi, tulisi myös syöttö- ja tulostusmenetelmien toimia hyvin liikkeellä ollessa. Nykyiset mobiililaitteiden kommunikaatiotavat kärsivät siitä, että ne on usein siirretty toisista laitteista sellaisinaan eikä

mietitty alusta alkaen mobiililaitteille sopiviksi. Ottamalla käyttäjät mukaan laitteiden suunnitteluprosessiin, saadaan aikaiseksi käyttäjien todellisia tarpeita vastaavia tuotteita.

Tulisiko mobiililaitteiden sisältää kaikki pöytätietokoneen ominaisuudet vai vain rajattu määrä toimintoja? Toimivatko olemassa olevat käytettävyysteoriat ja -menetelmät sellaisinaan myös mobiililaitteiden kanssa? Näihin kysymyksiin tulisi jokaisen kehittäjän löytää vastaukset.

Viitteet

Brewster, Stephen. Lumsden, Joanna. Bell, Marek. Hall, Malcolm. Tasker, Stuart (2003) Multimodal 'Eyes-Free' Interaction Techniques for Wearable Devices. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '03) Sivut 473-480. ACM Press, Fort Lauderdale, USA.

Cockburn, Andy. Siresena, Amal (2003) Evaluating mobile text entry with the fastap keypad. Haettu 18.4.2008 sivustolta University of Canterbury, Computer Science and Software Engineering <http://www.cosc.canterbury.ac.nz/~andy/papers/fastap.pdf>

Gong, Jun. Tarasewich, Peter (2004) Guidelines for Handheld Mobile Device Interface Design. Proceedings of DSI 2004 Annual Meeting. Sivut 3751-3756.

Gorlenko, Lada. Merrick, Roland (2003) No wires attached: Usability challenges in the connected mobile world. IBM Systems Journal, Vol. 42, No 4.

Hiltunen, Mika. Laukka, Markku. Luomala, Jari (2002) Mobile User Experience. Edita Publishing Inc., IT Press.

Hinckley, Ken. Pierce, Jeff. Sinclair, Mike. Horvitz, Eric (2000) Sensing Techniques for Mobile Interaction. Proceedings of the 13th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST 2000). Sivut 91-100. ACM Press.

Holland, Simon. Morse, David R. Gedenryd, Henrik (2002) AudioGPS: Spatial Audio Navigation with a Minimal Attention Interface. Personal and Ubiquitous Computing, Volume 6, Issue 4. Sivut 253 – 259. Springer-Verlag, London, United Kingdom.

Jones, Matt. Marsden, Gary (2006) Mobile Interaction Design. John Wiley & Sons Ltd.

Lindholm, Christian. Keinonen, Turkka. Kiljander, Harri (2003) Mobile Usability: How Nokia Changed the Face of the Mobile Phone. McGraw-Hill Professional.

MacKenzie, Scott. Zhang, Shawn (1999) The Design and Evaluation of a High-Performance Soft Keyboard. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI '99). Sivut 25-31. ACM Press.

Nielsen, Jakob (1993) Usability Engineering. Academic Press.

Oviatt, Sharon (1999) Mutual Disambiguation of Recognition Errors in a Multimodal Architecture. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '99) Sivut 576-583. ACM Press, Pittsburgh, USA.

Pirhonen, Antti. Brewster, Stephen. Holguin, Christopher (2002) Gestural and Audio Metaphors as a Means of Control for Mobile Devices. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '02) Sivut 291-298. ACM Press, Minneapolis, USA.

Poupyrev, Ivan. Maruyama, Shigeaki. Rekimoto, Jun (2002) Ambient touch: designing tactile interfaces for handheld devices. Proceedings of the 15th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST 2002) Sivut 51-60. ACM Press.

Rekimoto, Jun. Haruo, Oba. Ishizawa, Takaaki (2003) SmartPad: A Finger-Sensing Keypad for Mobile Interaction. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '03) Sivut 850-851. ACM Press, Fort Lauderdale, USA.

Sawhney, Nitin. Schmandt, Chris (2000) Nomadic Radio: Speech and Audio Interaction for Contextual Messaging in Nomadic Environments. ACM Transactions on Computer-Human Interaction Vol. 7, No. 3. Sivut 353-383.

Seffah, Ahmed. Metzker, Eduard (2004) The Obstacles and Myths of Usability and Software Engineering. Communications of the ACM, December 2004, Vol. 47, No. 12.

Sharp, Helen. Rogers, Yvonne. Preece, Jenny (2007) Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction, 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd.

Shneiderman, Ben. Plaisant, Catherine (2005) Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, 4th Edition. Addison Wesley.

Silverberg, Miika. MacKenzie, I. Scott. Korhonen, Panu (2000) Predicting Text Entry Speed on Mobile Phones. Proceedings of CHI 2000.

Sinkkonen, Irmeli. Kuoppala, Hannu. Parkkinen, Jarmo. Vastamäki, Raino (2002) Käytettävyyden psykologia: Edita Publishing Oy: Helsinki.

Tarasewich, Peter (2002) Wireless Devices for Mobile Commerce: User Interface Design and Usability. Mennecke, Brian. Strader, Tory (toim.) Mobile Commerce: Technology, Theory and Applications. Idea Group Publishing.

The Red Ferret Journal (2007) Nokia perfects the clicky tactile touchscreen - iPhone gnashes teeth, swears revenge. Haettu 13.5.2008 sivustolta The Red Ferret Journal, <http://www.redferret.net/?p=9533>

Tietotekniikan termitalkoot (2008) Haettu 6.4.2008 sivustolta Sanastokeskus TSK, <http://www.tsk.fi/termitalkoot/>

Väänänen-Vainio-Mattila, Kaisa. Ruuska, Satu (2000) Designing Mobile Phones And Communicators For Consumers' Needs at Nokia. Bergman, Eric (toim.) Information appliances and beyond: interaction design for consumer products: Sivut 169 – 204. Academic Press, San Diego, USA.

Weberg, Lars. Brange, Torbjörn. Wendelbo-Hansson, Asa (2001) A Piece of Butter on the PDA Display. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '01). Sivut 435-436. ACM Press, Seattle, USA.

Weiss, Scott (2002) Handheld Usability : John Wiley & Sons Ltd.

Wigdor, Daniel. Balakrishnan, Ravin (2003) TiltText: Using Tilt for Text Input to Mobile Phones. Proceedings of the 16th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. Sivut 81-90. ACM Press, Vancouver, Canada.

Yee, Ka-Ping (2003) Peephole Displays: Pen Interaction on Spatially Aware Handheld Computers. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '03). Sivut 1-8. ACM Press, Fort Lauderdale, USA.

Zwick, Carola. Schmitz, Burkhard (2005) Designing for Small Screens. AVA Publishing SA.

Kuvien lähteet

Kuva 1: Nokia 6030. Haettu 30.5.2008 sivustolta Nokia – Devices,
<http://www.nokia.com/A4630648?category=6030>

Kuva 2: Blackberry Curve 8330. Haettu 30.5.2008 sivustolta Research In Motion,
http://www.rim.com/newsroom/media/gallery/8300_series.shtml

Kuva 3: Nokia N810. Haettu 30.5.2008 sivustolta Nokia – Devices,
<http://www.nokia.com/A4630648?category=n810>

Kuva 5: Fastap. Haettu 30.5.2008 sivustolta Fastap Image Library,
<http://www.digitwireless.com/>

LIITE 1: SANASTO

3G	Third generation, yleinen lyhenne ns. "kolmannen sukupolven" matkapuhelinteknologioille
Bluetooth	Avoin standardi laitteiden langattomaan kommunikointiin lähietäisyydellä
EDGE	Enhanced Data rates for Global Evolution, matkapuhelinten pakettipohjaiseen tiedonsiirtoon suunniteltu tekniikka
GPRS	General Packet Radio Service, GSM-verkossa toimiva pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu
GPS	Global Positioning System, satelliittipaikannusjärjestelmä
GSM	Global System for Mobile Communications, maailmanlaajuinen matkapuhelinjärjestelmä
MMS	Multimedia Messaging Service, mobiiliviestinnän muoto, jossa viesteihin voidaan liittää multimediaobjekteja
Mobiililaite	Kannettava, ilman muiden laitteiden apua toimivia, tiedonhallintaan ja kommunikointiin käytettävä laite
MP3	MPEG-1 -standardiin perustuva häviöllinen äänenpakkausmenetelmä
Multi-tap	Yleinen tekstinsyöttöjärjestelmä matkapuhelimissa
HCI	Human Computer Interaction, ihmisen ja tietokoneen välistä vuorovaikutus ja sen tutkiminen
Palmtop	Tietokone joka on kooltaan pienempi kuin kannettava tietokone, mutta suurempi kuin kämmenmikro
PDA	Personal Digital Assistant, kämmenmikro
QWERTY	Yleisin kirjoituskonetyyppisten näppäimistöjen näppäinasettelu
RFID	Radio Frequency Identification eli radiotaajuinen etätunnistus on menetelmä tiedon etälukuun ja -tallentamiseen käyttäen RFID-tunnisteita
SMS	Short Message Service, matkapuhelinten tekstiviestijärjestelmä

Softkey	Näppäin, jonka käyttötarkoitus vaihtelee käyttöhetkellä tehtävän tehtävän mukaan
Stylus	Osoitinkynä
T9	”Text on 9 keys”, matkapuhelimissa käytetty ennakoiva tekstinsyöttöjärjestelmä