

VÄRINÄHÄLYTYS, TUNTOPALAUTE JA HAPTIikka MOBIILILAITTEISSA

Jukka Linjama

Nokia Mobile Phones
PL 407, 00045 NOKIA GROUP, Helsinki
sähköposti: jukka.linjama@nokia.com

Topi Kaaresoja

Nokia Research Center
PL 407, 00045 NOKIA GROUP, Helsinki
topi.kaaresoja@nokia.com

Tiivistelmä

Esityksessä [1] tarkasteltiin puhelimien värinäilytyksen mitoitusta ja teknologiaa. Tämä kirjoitus on katsaus laajemmin tuntoaistin hyödyntämisestä mobiililaitteissa. Määritellään haptinen vuorovaikutus. Kuvataan tehtyä tutkimusta, haptiikan sovellusmahdollisuuksia ja teknologiaa.

1 JOHDANTO

1.1 Tuntoaisti ja haptiikka

Haptiikka tarkoittaa yleisesti kaikkea mikä liittyy tuntoaistiin. Englanninkielinen sana 'haptics' johtuu kreikan kielen sanasta 'haptikos', ja edelleen sanasta 'haphesthai': koskettaa, tarttua. Laitteen haptiset ominaisuudet sisältävät esimerkiksi materiaalin ja näppäintuntuman. Varsinaisesti haptiikasta puhutaan kuitenkin vasta kun laite tuottaa aktiivisesti tuntopalautea käyttäjälle.

Tuntoaisti on näkö- ja kuuloaistin ohella ihmisen tärkeimpiä aisteja. Siitä huolimatta tuntoaistia on hyödynnetty nykyisessä tietoyhteiskunnassamme ihmisen ja koneen vuorovaikutuksessa erittäin vähän. Suomessa Tähtäpää [2] sekä Raisamo [3] ovat tutkineet tuntopalautteen käyttöä tietokoneympäristössä. Mobiililaitteissa tuntopalautea on toistaiseksi tutkittu hyvin vähän koska kannettavien laitteiden historia on vielä kovin lyhyt.



Kuva 1 Esimerkkejä haptiikkaa hyödyntävistä tuotteista tietokonetyöpöytäympäristöön. Vasemmalla Logitechin [4] valmistama tuntopalautehiiri (Tätä kirjoittaessa Logitechin WWW-sivujen tuoteluettelosta ei löydy enää kyseistä tuotetta. Kuva: [5]). Oikealla SensAblen PHANToM [6].

Matkapuhelimissa tuntoaistia on hyödynnetty värinäilytyksen muodossa. Värinäilytys tarjoaa äänettömän häilytyksen jota käyttäjät arvostavat, koska matkapuhelinten yleistyessä myös häilytysäänien määrä kasvaa häilytseväksi [1].

Edellä mainituissa tutkimuksissa [2] [3] on käytetty hyväksi Logitechin [4] valmistamaa tuntopalautehiirtä (Kuva 1). Tuntopalautehiiri värähtelee ja tärähtelee esimerkiksi kun hiirellä liikuteltava kursori osuu ruudulla olevan painikkeen päälle tai käyttöliittymäikkunan reunaan. Samaan tapaan voitaisiin värinäilytystoiminto valjastaa tuntopalauteeksi matkapuhelimen käyttöliittymään. Peleihin ainakin jonkinlaiset värinäilytefektit ovat jo ehtineet [7] [8]. Tuntopalaute ei kuitenkaan pitäisi käyttää liikaa, sitä suunniteltaessa täytyy miettiä tarkkaan, missä tilanteissa siitä olisi todella hyötyä [2]. Toisaalta on esitetty, että käyttäjän positiiviset kokemukset ovat tärkeämpiä kuin hyötynäkökohdat kun tuntopalaute tuodaan työpöytäympäristöön [9]. Tarvitaan tuntopalauteen muotoilua [1].

Tuntopalaute voidaan aistia yhden tai useamman ihoastian (*cutaneous sense*) avulla. Haptinen palaute (*haptic feedback*) voi sisältää tuntopalauteen lisäksi voimapalautea, joka aistitaan liikeaistin eli kinestisen aistin sekä asentoaistin avulla. Tavallisesti ihminen käyttää tunto- sekä liikeaistia vuorovaikutukseen eli interaktioon tietokoneen tai matkapuhelimen kanssa. Haptikka sisältääkin kaiken mikä liittyy tuntoaistiin ja interaktioon. Taulukko 1 pyrkii havainnollistamaan haptikan ja tuntoaistin roolia käyttäjän ja laitteen vuorovaikutuksessa. Haptinen palaute kuvaa monipuolista tunto-, asento- ja liikeaistien kautta saatavaa kolmiulotteista tuntopalautea. Haptiset käyttöliittymät ovat kuitenkin lähes aina multimodaalisia; pelkän tuntoaistin avulla toimiminen on ihmiselle hankalaa. [3] [10]

Varsinaiset haptiset laitteet ovat perinteisesti hyvin suuria, kömpelöitä ja kalliita. 1990-luvun puolivälissä kehitettiin ensimmäinen kaupallinen haptinen laite, PHANTOM (Kuva 1), joka sekkin on tavalliselle käyttäjälle liian kallis. [10] [6]

Taulukko 1. Tuntoaisti ja haptinen vuorovaikutus.

Vuorovaikutus	Käyttäjä	
	Passiivinen - tuntoaisti, asentoaisti	Aktiivinen - aktiivinen liike, manipulaatio
Laite		
Passiivinen - mekaaniset ominaisuudet	<ul style="list-style-type: none"> • Laite on kädessä 	<ul style="list-style-type: none"> • Tunnustellaan muotoa • Painellaan näppäimiä
Aktiivinen - ohjelmallisesti muutettavat ominaisuudet, liikkeen ja voiman tuotto	<ul style="list-style-type: none"> • Värinäilytys 	<ul style="list-style-type: none"> • Sovelluksen toimintaan mukautuva tuntopalaute • Ohjaintikun aktiivinen voimapalaute

Mobiilihaptiikasta on alettu puhua vasta viime aikoina. Teknologian kehittyessä ja kustannusten pienentyessä tunto- tai jopa voimapalautetta voidaan varmasti jossain vaiheessa käyttää mobiililaitteissa. Voimapalautetta voidaan ohjata erilaisiin nappuloihin, näppäimistöihin tai pyörivään ohjauksellaan. Esimerkiksi rullan pykäliä voitaisiin muokata sovelluksesta riippuen.

1.2 Toteutus-esimerkkejä

Kuva 2 esittelee esimerkkejä julkistetuista tuotteista tai konsepteista, joissa haptiikkaa on sovellettu mobiililaitteisiin. Väriäpalaute soveltuu hyvin toteutettuna täydentämään visuaalista palautetta, tai jopa osittain korvaamaan sen.



Kuva 2. Esimerkkejä tuntopalautetta hyödyntävistä mobiililaitteista. Vasemmalla Nokia Digital Pen [11], jossa värinäpalaute vahvistaa mm. kuvan siirtymisen onnistuneesti kynän muistista. Oikealla MyOrigo Device [12, 13], jossa navigointinäppäimet on korvattu eleohjauksella (laitteen kallistus), ja kosketusnäytön visuaalista palautetta täydentää värinäpalaute.

2 KÄYTTÄJÄKOKEMUS

Haptiikan sovellusten ja teknologiavalintojen täytyy pohjautua ihmisen tarpeisiin. Tuntoaistin käytöllä on selkeitä etuja pienikokoisissa mukana kannettavissa laitteissa. Pienen näytön välittämä visuaalinen palaute vaatii tarkkaavaisuutta. Erityisesti liikkuvassa käyttökoneksissa (mobiilikontekstissa -- laitteen käyttö ulkona, liikenteessä jne.) tästä aiheutuvaa käyttäjän kognitiivista kuormaa voidaan vähentää tuntopalautteella. Myös ”perinteisissä” käyttökoneksissa monet erityisryhmät voivat hyötyä selkeistä tuntovihjeistä osana laitteen käyttöä.

Käyttäjäkokeumuksissa voi olla suuria yksilöllisiä eroja. Viime kädessä tuntopalautteen hyödyllisyys on arvioitava käyttäjätesteillä. Seuraavassa esitetään esimerkinomaisesti tuloksia tutkimuksesta värähtelyn voimakkuuden havaitsemisesta eri käyttötilanteissa.

2.1 Esimerkki käyttäjätesteistä: värinähälytyksen voimakkuus

Lähdevoimakkuus

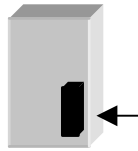
Mobiilikontekstissa värähtelyn havaitseminen saattaa vaihdella eri käyttötilanteissa. Käyttäjätesteissä tarvittavan vertailuarvon, värinähälytyksen lähdevoimakkuuden määrittely on työlästä. Miten mitata puhelimen värähtely ja kuvata se yhdellä lukemalla? Analoginen akustinen suure olisi kappaleen ääniemissio, sen (vapaasti) säteilemä ääniteho. Värähtelytehon mittaaminen on tunnetusti hankalaa. Tehoa vastaava helposti mitattava suure on värähtelynopeus, joka on luonteva määrittää vapaasti tuetun puhelimen pinnalta. Käytimme voimakkuuden mittaamiseen värähtelynopeuden rms-arvoa, mitattuna puhelimen vibrakomponentin kohdalta sen aiheuttaman suurimman vasteen suunnassa.

Aistimus

Näin määritellyn värähtelyn ja sitä vastaavan voimakkuusaistimuksen riippuvuutta selvitettiin käyttäjätestillä kolmessa käyttötilanteessa, joissa käyttäjän tuntokontakti puhelimeen on suhteellisen hyvä. Tuloksia on taulukossa 2, josta ilmenee että yli 30 mm/s värähtely aletaan kokea liian voimakkaana. [14]

Käytännössä värinähälytyksen voimakkuutta ei kannata mitoittaa paljoa tämän arvon alapuolelle, koska useasti tuntokontakti on hyvin löyhä [1], ja heikompi värähtely jää helposti havaitsematta.

Taulukko 1. Värähtelyn voimakkuuden ja subjektiivisen aistimuksen riippuvuus. Kolmen käyttötilanteen keskiarvo (puhelin kädessä, housun taskussa, vyöpidikkeessä).

Subjektiivinen aistimus		Värähtely	
Kuvaus	asteikko	mm/s (rms)	
Heikko	1	5	 <p>Värähtely vibrakomponentin kohdalla vapaasti</p>
Keskinkertainen	2	15	
Voimakas	3	30	
Liian voimakas, ärsyttävä	4	50	

Värähtelyn voimakkuuden aistimisen lisäksi käyttäjätestejä tarvitaan, kun pyritään selvittämään värähtelyn ajallista erottelua (hahmojen tunnistamista), ja yleisemmin missä yhteydessä värähtelyn käytöstä olisi hyötyä.

3 TEKNOLOGISIA HAASTEITA

3.1 Miniaturisointi

Kannettavissa laitteissa haasteena on suuremmista laitteista tuodun haptiikkateknologian miniaturisointi. Vaikka koko- ja hintatavoitteet saavutetaankin, viime kädessä miniaturisointi tarkoittaa energiankulutuksen hallintaa – tuntopalautteen tuottaman mekaanisen toimilaitteen kokonaishyötysuhteen on oltava hyvä, jotta akkukäyttöisen laitteen toiminta-aika ei olennaisesti lyhenisi haptiikan käytön takia.

3.2 Standardit

Haptisia piirteitä, esimerkiksi värinätehosteita voi käyttää myös laajemmin osana viestintää ja mediaa. Esimerkkeinä voisivat olla värinäviestit, verkkopelien tehosteet, ja äänen ”täydentäminen” värähtelyllä. Jotta tämän tyyppiset multimedian laajennukset tulisivat mahdollisiksi massatuotteissa, tarvitaan standardeja. Mikäli eri valmistajat ja sisällöntuottajat tukeutuvat yhteensopimattomiin standardeihin, riittäviä markkinoita sovelluksille ei synny. Musiikin puolella eräs mahdollinen tapa ”tuntosisällön” luomiseksi on käyttää MIDI-standardia joka mahdollistaa vaikkapa rytmisoittimien toistamisen sopivina värinätehosteina [15].

4 PÄÄTELMÄT

Mobiililaitteiden käyttökonteksti on usein vaativa. Liikkuvan käyttäjän huomio ja tarkkaavaisuus kohdistuu usein ympäristöön. Tuntoaistikanava on kuitenkin usein käytettävissä henkilökohtaisen mobiililaitteen ohjaukseen, riippumatta esimerkiksi ympäristön liikenteestä tai sosiaalisesta vaatavuudesta. Matkapuhelimissa laajasti käytetty värinäähälytystoiminto voidaan suoraan valjastaa palvelemaan myös käyttöliittymän tehosteena, joka helpottaa laitteen käyttöä ja mahdollistaa myös uusia sovelluksia.. Peliohjaimista tuttu voimapalaute tarjoaa lisää ilmaisuvoimaa, mutta vaatii vielä teknologian kehittämistä.

Laajemmin ajateltuna värähtely ja ”tuntosisältö” voidaan nähdä multimedian laajenuksena -- uutena modaliteettina digitaalisessa mediassa, joka soveltuu erityisen luontevasti mobiililaitteiden kautta välitettäväksi.

LÄHTEET

1. Linjama, J. *Puhelimen värinäähälytyksen mitoituksen optimointi - tutkimushaasteita. Akustiikkapäivät 2001*. 2001. Akustinen Seura ry, Helsinki. ss. 35-38.
2. Tähtäpää, E., *Tuntopalaute työpöytäympäristössä*, in *Tietojenkäsittelytieteiden laitos*. 2003, Tampereen yliopisto: Tampere. 54 s.
3. Raisamo, J., *Tuntopalauteen tukemat suorakäyttöiset kaavionmuokkaustyökalut*, *Tietojenkäsittelytieteiden laitos*. 2002, Tampereen yliopisto: Tampere. 78 s.
4. Logitech, *Logitech homepage*, in www.logitech.com (Tarkastettu 5.9.2003). 2003, Logitech Inc.

5. iFeel, Logitech iFeel Optical Mouse, <http://www.hardware-one.com/reviews.asp?aid=221&page=1> (Tarkastettu 5.9.2003). 2001, Hardware One.
6. SensAble, PHANToM, <http://www.sensable.com/> (Tarkastettu 5.9.2003). 2003, SensAble Technologies Inc.
7. Nokia, 3510 Phone Features, <http://www.nokia.com/nokia/0,8764,587,00.html> (Tarkastettu 5.9.2003). 2003.
8. Samsung, Mobile phone SGH-N620 features, http://www.samsung.com.sg/mobile_phone/sgn_n620_features.html (Tarkastettu 5.9.2003). 2003.
9. Oakley, I., et al. *Putting the feel in "look and feel"*. SIGCHI 2000. 2000. The Hague, Netherlands: ACM Press, Addison-Wesley, NY, USA.
10. MacLean, K. *Designing Haptic Interfaces. Invited talk in 14th Annual ACM Symp. on User Interface Software & Technology (UIST '01)*. 2001. Orlando, Florida. <http://www.cs.ubc.ca/~maclean/publics/uist01-hapticsSurv.pdf> (Tarkastettu 5.9.2003).
11. Nokia, Nokia Digital Pen, <http://www.nokia.com/nokia/0,,5787,00.html> (Tarkastettu 5.9.2003). 2003, Nokia.
12. Smith, T., *Reg test-drives MyOrigo motion control smartphone*, <http://theregister.co.uk/content/68/31530.html> (Tarkastettu 5.9.2003). 2003, The Register.
13. MyOrigo, *MyOrigo Homepage*, www.myorigo.fi (Tarkastettu 5.9.2003). 2003, MyOrigo Ltd.
14. Linjama, J., Puhakka, M. & Kaaresoja, T. *User Studies on Tactile Perception of Vibrating Alert*. HCI International 2003. 2003. Crete, Greece: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey. Vol 3, pp. 280-284.
15. SP-MIDI, *Scalable Polyphony MIDI Device 5-24 Note Profile for 3GPP, R-035*. 2002, The MIDI manufacturers association: Los Angeles, CA, USA.