

TAMPEREEN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
JULKAISUSARJA B
B-2002-2, ELOKUU 2002

LASTEN KÄYTTÖLIITTYMÄT

Pentti Hietala ja Saira Ovaska (toim.)

TAMPEREEN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
PL 607
33014 TAMPEREEN YLIOPISTO

ISBN 951-44-5446-4
ISSN 1457-2079

Sisällysluettelo

Esipuhe.....	vi
1. Lapset ja käyttöliittymät – johdatus aihepiiriin	1
<i>Pentti Hietala & Saila Ovaska</i>	
1.1. Raportin teemoja	2
1.2. Lapset.....	3
1.3. Tietokoneet lasten käytössä	6
1.4. Käyttöliittymien kehitys lapsille sopiviksi	9
1.5. Lapsen rooli kehitystyössä – tekijä, tietolähde vai testihenkilö?	12
1.6. Ohjeita lasten kanssa testaamiseen.....	14
1.7. Lopuksi.....	15
2. Suorakäyttö opetusohjelmissa	20
<i>Jukka Raisamo</i>	
2.1. Johdanto	20
2.2. Taustaa.....	22
2.3. Super Tangrams	23
2.4. Tutkimus	28
2.5. Päätelmät.....	33
3. Hiiri vuorovaikutuksen välineenä	37
<i>Tiina Kuussalo</i>	
3.1. Johdanto	37
3.2. Taustaa.....	38
3.3. Ongelmanratkaisupeli – The Incredible Machine (TIM)	40
3.4. Hiirikoe yksinkertaistetussa ohjelmaympäristössä.....	43
3.5. Hiirikokeiden variaatioita.....	47
3.6. Päätelmät ja pohdinta.....	51
4. Tekstinsyöttötapojen käytettävyyden testaus lapsilla	53
<i>Johanna Höysniemi</i>	
4.1. Johdanto	53
4.2. Taustaa.....	53
4.3. Tekstinsyöttötapojen käytettävyyttä arvioiva tutkimus.....	54
4.4. Tulosten analysointi.....	55
4.5. Tulokset	64
4.6. Päätelmät ja pohdinta	64
5. Animoidun pedagogisen agentin vaikutus oppimiseen.....	66
<i>Antti Kaakinen</i>	
5.1. Johdanto	66

5.2.	Design-a-Plant	66
5.3.	Animoitu pedagoginen agentti	67
5.4.	Testaus	68
5.5.	Tulokset	70
5.6.	Suunnittelunäkökulmia.....	72
5.7.	Päätelmät	73
6.	Agentti lapsen kaverina	75
	<i>Kimmo Koivunen</i>	
6.1.	Johdanto.....	75
6.2.	Taustaa.....	76
6.3.	Sam the Castlemate -järjestelmä.....	77
6.4.	Sam the Castlemate -järjestelmällä tehdyt tutkimukset.....	79
6.5.	Tutkimuksen tulokset	80
6.6.	Jatkokehitys.....	81
6.7.	Päätelmät ja pohdinta	81
7.	I-balls-kannettavat kansanperinneteknologiat	83
	<i>Mikko Hartikainen</i>	
7.1.	Johdanto.....	83
7.2.	Folk Computing.....	84
7.3.	Kuvaus i-ballsista	85
7.4.	Käytännön kokeilut.....	86
7.5.	Kansanperinteelliset ominaisuudet	87
7.6.	Teknologia värittämässä kansanperinnettä – Sosiaalisten rakenteiden skannaus.....	89
7.7.	Kritiikki ja kiitos	91
8.	HandLeR – mobiili oppiminen	94
	<i>Anna-Maija Kangas</i>	
8.1.	Johdanto.....	94
8.2.	Taustaa.....	94
8.3.	HandLeRin suunnittelu ja sen käyttöliittymän kuvaus.....	98
8.4.	HandLeRiin liittyvät kokeilut.....	103
8.5.	Kehitystyön esiin nostamat kysymykset.....	104
8.6.	Päätelmät ja pohdinta	104
9.	Maypole – mobiilia kuvaviestintää	107
	<i>Tommi Komu</i>	
9.1.	Johdanto.....	107
9.2.	Taustaa.....	108
9.3.	Tutkittavan prototyypin kehittäminen	108
9.4.	Tutkimus.....	111
9.5.	Tulokset	112

9.6.	Yhteenveto	115
10.	ActiMates Barney - oppimiskaveri?	116
	<i>Nina Nuppunen</i>	
10.1.	Johdanto	116
10.2.	Miksi Barney kehitettiin?	117
10.3.	Barney itsenäisenä leluna.....	117
10.4.	Barney yhdessä tietokoneen kanssa	119
10.5.	Barney yhteydessä televisioon	120
10.6.	Johtopäätöksiä Strommenin tutkimuksesta	121
10.7.	Oma tutkimus liittyen Barney-pehmoleluun.....	122
10.8.	Kritiikkiä.....	123
11.	Swamped! - sympaattinen käyttöliittymä	125
	<i>Katri M. Kangas</i>	
11.1.	Johdanto	125
11.2.	Taustaa.....	125
11.3.	Käyttöliittymän kuvaus.....	127
11.4.	Tekninen kehitys	129
11.5.	Testaus ja siinä ilmenneet huomiot	131
11.6.	Päätelmät ja pohdintaa	133
12.	StoryMat - tarinankerrontaa teknologian tukemana	135
	<i>Toni Pakkanen</i>	
12.1.	Johdanto	135
12.2.	Taustaa.....	136
12.3.	StoryMat - Uusi "tietokonevapaa" tarinankerrontaympäristö	138
12.4.	Käyttäjätutkimus: Kuinka lapset leikkivät?	139
12.5.	Tutkimuksen tulokset.....	140
12.6.	Päätelmät ja pohdinta	144
13.	KidsRoom - interaktiivinen leikkitila	146
	<i>Matti AJ Karvonen</i>	
13.1.	Johdanto	146
13.2.	Taustaa.....	147
13.3.	Projektin tavoitteet ja suunnittelun lähtökohdat	147
13.4.	KidsRoomin toteutus	148
13.5.	KidsRoomin havainnointi- ja kontrollitekniikat.....	153
13.6.	Tavoitteiden toteutuminen	155
13.7.	Huomioita ja virheitä.....	157
13.8.	Päätelmät ja pohdinta	160

14. Ohjelmointi on helppoa – lapsikin sen osaa	163
<i>Päivi Majaranta</i>	
14.1. Johdanto.....	163
14.2. curlybot.....	164
14.3. Electronic Blocks.....	168
14.4. Pohdintaa.....	172
15. Animoitu ohjelmointiympäristö lapsille	174
<i>Lauri Pekkala</i>	
15.1. Johdanto.....	174
15.2. Taustaa.....	174
15.3. ToonTalk käytössä.....	176
15.4. ToonTalk - projektin tavoitteet.....	177
15.5. Animoitu lähdekoodi.....	178
15.6. ToonTalk ohjelmointikieli ja metaforat	179
15.7. Ping Pong pelin rakentaminen	181
15.8. Tutkimus.....	181
15.9. Päätelmät ja pohdinta	182
16. Ohjelmointia ilman koodausta.....	184
<i>Hannu Sola</i>	
16.1. Johdanto.....	184
16.2. Loppukäyttäjän ohjelmointiongelma	185
16.3. KidSim, Cocoa ja Stagecast Creator	186
16.4. Arviointitutkimukset	189
16.5. Tuloksia	190
16.6. Parannusehdotuksia	192
16.7. Pohdintaa.....	193
17. Kaksi hiirtä, yksi tietokone: lasten yhteistoiminnan tukeminen.....	195
<i>Johanna Sommers-Piironen</i>	
17.1. Johdanto.....	195
17.2. Taustaa.....	196
17.3. KidPad – kahden hiiren syötettä hyödyntävä sovellus	197
17.4. Tutkimuksia kahden syöttölaitteen käytön vaikutuksesta lasten yhteistoimintaan.....	204
17.5. Tutkimustuloksia	207
17.6. Päätelmät ja pohdinta	212
18. SearchKids – digitaalinen arkisto lapsille	215
<i>Leena H. Honko</i>	
18.1. Johdanto.....	215
18.2. Taustaa.....	215
18.3. SearchKids-kehitystyö	216

18.4. SearchKids-suunnitteluprosessi.....	218
18.5. Testaus	219
18.6. Tulokset	225
18.7. Tulevaisuus	228
18.8. Pohdinta	228
19. Krikitit - automaatiotyökaluja lapsille	230
<i>Tommi Kinnunen</i>	
19.1. Johdanto	230
19.2. Taustaa.....	230
19.3. Krikkettien tekniikasta	231
19.4. Ohjelmoinnista	232
19.5. Tutkimuksen lähtökohdat.....	233
19.6. Tutkimusprojektit	234
19.7. Päätelmät ja pohdinta	237
19.8. Omat pohdinnat	239
20. PETS - vuorovaikutteinen lemmikkirobotti	241
<i>Marko Illi</i>	
20.1. Johdanto	241
20.2. Taustaa.....	241
20.3. PETS - vuorovaikutteinen lemmikkirobotti.....	242
20.4. Yhteistoiminnallinen tutkimus.....	243
20.5. Mitä kehitystyön aikana opittiin.....	246
20.6. PETS apuvälineenä vammaisten lasten kuntoutuksessa.....	247
20.7. Päätelmät ja pohdinta	247

Esipuhe

Tämä raportti on syntynyt Tampereen yliopiston Tietojenkäsittelytieteiden laitoksen seminaarissa **Lasten käyttöliittymät** syksyllä 2001 pidettyjen esitelmien pohjalta. Seminaarin tavoitteena oli lähteä kartoittamaan tutkimusta, jota on tehty erityisesti **lapsille tarkoitettujen** laitteiden ja ohjelmistojen **käyttöliittymien suunnittelusta ja arvioinnista**. Seminaarin vetäjinä toimivat lehtorit Pentti Hietala ja Saira Ovaska.

Olennaista seminaaritoissa on se, että jokainen niistä kuvaa jonkin artefaktin, joka on tarkoitettu lapsen tai lapsiryhmän käyttöön, ja josta on tehty jonkinlaista empiiristä tutkimusta lasten kanssa. Seminaarin tavoitteena oli, että osallistujille muodostuisi monipuolinen kuva

- lapsille suunnitelluista artefakteista ja ohjelmista,
- lapsista suunnittelun kohderyhmänä, ja
- käsiteltyjen artikkelien menetelmistä ja tuloksista.

Jokainen seminaariin osallistuva opiskelija piti lähdeaineistoon perustuvan seminaariesityksen ja kommentoi kahta muuta esitystä. Seminaarityötä korjattiin ja täydennettiin palautteen perusteella.

Seminaariin osallistui 19 opiskelijaa, jotka kaikki suorittivat seminaarin eri työvaiheet ja laativat tähän raporttiin yhden luvun. Seminaarin vetäjät kirjoittivat johdantoluvun ja sen jälkeen olemme ryhmitelleet opiskelijoiden kirjoittamat luvut seuraavasti:

I Lapset testajina

2. Jukka Raisamo, Suorakäyttö opetusohjelmissa.
3. Tiina Kuussalo, Hiiri vuorovaikutuksen välineenä.
4. Johanna Höysniemi, Tekstinsyöttötapojen käytettävyyden testaus lapsilla.

II Agentteja lapsille

5. Antti Kaakinen, Animoidun pedagogisen agentin vaikutus oppimiseen.
6. Kimmo Koivunen, Agentti lapsen kaverina.

III Mobiilit lapset

7. Mikko Hartikainen, I-balls – kannettavat kansanperinneteknologiat.
8. Anna-Maija Kangas, HandLeR – mobiili oppiminen.
9. Tommi Komu, Maypole – mobiilia kuvaviestintää.

IV Kouriintuntuvia tai sisäänsäsulkevia ympäristöjä

10. Nina Nuppenen, Actimates Barney – oppimiskaveri?
11. Katri M. Kangas, Swamped! – sympaattinen käyttöliittymä.
12. Toni Pakkanen, StoryMat – tarinankerrontaa teknologian tukemana.
13. Matti AJ Karvonen, KidsRoom - Interaktiivinen leikkitila.

V Ohjelmointia lasten ehdoin

14. Päivi Majaranta, Ohjelmointi on helppoa – lapsikin sen osaa.
15. Lauri Pekkala, Animoitu ohjelmointiympäristö lapsille.
16. Hannu Sola, Ohjelmointia ilman koodausta.

VI Lapset suunnittelijoina

17. Johanna Sommers-Piironen, Kaksi hiirtä, yksi tietokone: lasten yhteistoiminnan tukeminen.
18. Leena Honko, SearchKids – digitaalinen arkisto lapsille.
19. Tommi Kinnunen, Krikitit – automaatiotyökaluja lapsille.
20. Marko Illi, PETS – vuorovaikutteinen lemmikkirobotti.

Toivomme, että raportti antaa modernin kuvan lapsille suunnitellun vuorovaikutteisen teknologian nykysuuntauksista ja myös siitä, minkälaista tutkimusta tällä alueella on tehty ja on meneillään. Tietojenkäsittelytieteiden laitoksen ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutusta tutkivassa TAUCHI -yksikössä (Tampere Unit for Computer-Human Interaction) LeCo-tutkimusryhmässä (Research Group on Learning and Collaboration Technologies) on tarkoitus jatkaa lapsille suunnattujen ohjelmistojen tutkimusta ja kehitystyötä.

Tampereella 30.8.2002

Pentti Hietala & Saila Ovaska

<http://www.cs.uta.fi/hci/leco/>

1. Lapset ja käyttöliittymät – johdatus aihepiiriin

Pentti Hietala & Saira Ovaska

Minkälainen on hyvä lapsille suunniteltu tietokoneohjelma? Eroaako sen käyttöliittymä varttuneemmille suunnitelluista? Kuinka tällainen käyttöliittymä tulisi suunnitella? Ketkä olisivat hyviä suunnittelijoita, aikuiset vai lapset itse? Miten osaisimme selvittää lapsille suunnitellun käyttöliittymän hyvyden? Miten tulisi tutkia lapsia tietokoneohjelmien ja -ympäristöjen käyttäjinä? Tässä muutamia kysymyksiä, joita selvitetään tässä raportissa.

Raportin tavoitteena on kartoittaa ja antaa yleiskuva alalla tehtävästä tutkimuksesta. Kuten Druin (1999) toteaa, on todennäköisempää löytää tutkimuksia, joissa pohditaan teknologian vaikutuksia lapsiin, opetuskäytäntöihin tai oppimisympäristöihin, kuin julkaisuja, joissa kysytään lapsen mielipidettä tai ajatuksia teknologiasta. Tässä keskitytään erityisesti sellaisiin tutkimuksiin, joissa lapsia on vähintään kuultu tai joissa lapset ovat olleet mukana tutkimassa. Raportissa kommentoidaan moniäänisesti eri tutkimusryhmien tutkimustuloksia ja keskeinen tavoitteemme on tuoda esille erilaisten innovatiivisten ratkaisujen kirjo. Lisäksi tarkoituksenamme on lapsille tarkoitettujen käyttöliittymien suunnittelua avustavan tiedon kokoaminen yksiin kansiin, ei niinkään kriittisesti pohtia, minkälaiset ratkaisut olisivat hyviä tai huonoja tietynikäisille lapsille. Raporttiin referoiduissa tutkimuksissahan on useimmiten kyse tutkimusprototyypeistä ja niiden arvioinnista, ei markkinoilla olevista tuotteista.

Raporttiin kootut luvut ovat johdantoa lukuunottamatta syntyneet seminaaritöinä. Lähestymistapana seminaarissa oli pääsääntöisesti tietojenkäsittelyn ja artefaktien kehittelyn näkökulma, vaikka kirjoittajien taustana olisikin esim. varhaiskasvatus tai psykologia. Tässä johdantoluvussa linkitetään yksittäisiä seminaaritöitä eri teemojen alle niiden välisten yhteyksien selvittämiseksi. Näkökulmaa yksittäisistä tutkimuskysymyksistä ja -tuloksista myös laajennetaan: luvun lopussa esitellään lyhyesti Tampereella ja muualla Suomessa käynnissä olevaa aihepiiriin liittyvää tutkimustyötä.

1.1. Raportin teemoja

Tässä raportissa nousee esille useita mielenkiintoisia teemoja lasten tietotekniikan käytöstä. Yksi jaottelu näkyy suoraan raportin sisällysluettelosta, mutta haluamme painottaa vielä muutamaa näkökulmaa erikseen.

Olemme koonneet muutamia keskeisiä ulottuvuuksia lapsista ja tietokoneista taulukkoon 1. Taulukossa vasemmalla on perinteisiä näkemyksiä lasten tietokoneenkäytöstä ja oikealla ehkä uudempia ja mielestämme nykyaikaa ja tulevaa paremmin kuvaavia vaihtoehtoja. Luokittelu on varmasti turhankin kaksinaapainen: todellisuudessa esimerkiksi tässä raportissa käsitellyjä järjestelmiä voidaan käyttää ja luokitella monellakin tavalla, jolloin niiden ”profiili” taulukossa 1 varmaan voidaan sijoittaa usealla eri tavalla.

Ensinnäkin tämän raportin tutkimuksista nousee selkeästi esille modernin tietotekniikan tarjoamat mahdollisuudet ryhmässä toimimiseen, luovaan ja osallistuvaan tekemiseen lapsen koko toimintaympäristössä (koti-ystäväpiiri-päiväkoti-koulu). Lapsen ei tarvitse (eikä tulekaan!) eristäytyä koneen ääreen yksipuoliseen ja yksinäiseen pelaamiseen.

Uuden teknologian tarjoamat mahdollisuudet muuttavat myös käsitystä tietokone-laitteistosta. Massiivisen näytön edessä istuva, näppäimistön ja hiiren avulla konettaan operoiva pieni lapsi vaihtuu tämän raportin selvityksissä pienikokoisten ja helposti liikuteltavien laitteiden käyttäjäksi. Toisaalta teknologia mahdollistaa sisäänsäsulkevat (immersiiviset) ympäristöt, jossa tietotekniikka on kaikkialla läsnä vaikkapa huoneiden seinissä, matoissa ja jopa lattian alla. Myös pienten lasten kohdalla tärkeä konkretia – käsinkosketeltavuus (jolloin tietotekniikka on upotettuna esimerkiksi pehmoleluun) tarjoaa uusia mahdollisuuksia. Tällöinhän tietokone ”häviää” ja tulee luonnolliseksi osaksi leikkiä ja tekemistä.

lapsi yksin	←→	lapsi ryhmässä
lapsi ohjatusti koneen ääressä	←→	lapsi koulussa ja vapaa-aikana
lapsi vain pelaajana	←→	lapsi luomassa uutta
perinteinen tietokone	←→	mobiili tietokone
perinteinen tietokone	←→	immersiivinen tietokone (ympäristö)
perinteinen tietokone	←→	kouriintuntuva tietokone

Taulukko 1. Raportin teemoja.

Käyttöliittymätutkijan kiinnostus lasten käyttöliittymien kehittämisessä kohdistuu kolmeen asiaan. Ensinnäkin tutkimuksen kohteina ovat ne yleiset säännöt millaisia lapsille

suunniteltujen käyttöliittymien tulisi olla. Apuna käytetään tietoja siitä, millaisia lapset yleisesti kyseisen ikäisinä ovat: lukutaitoa vaativa laite tai tehtävä ei sovi nelivuotiaalle. Toisena tutkimuskohteena on se, millaiset ohjelmat ovat kerta toisensa perästä kiinnostavia lasten mielestä. Kolmantena kiinnostuskohteena on tutkia, miten nopeasti lapset oppivat tietynlaiset käyttöliittymän osat. Näitä kaikkia tutkimustavoitteita on mukana tässä raportissa referoitavissa tutkimuksissa.

1.2. Lapset

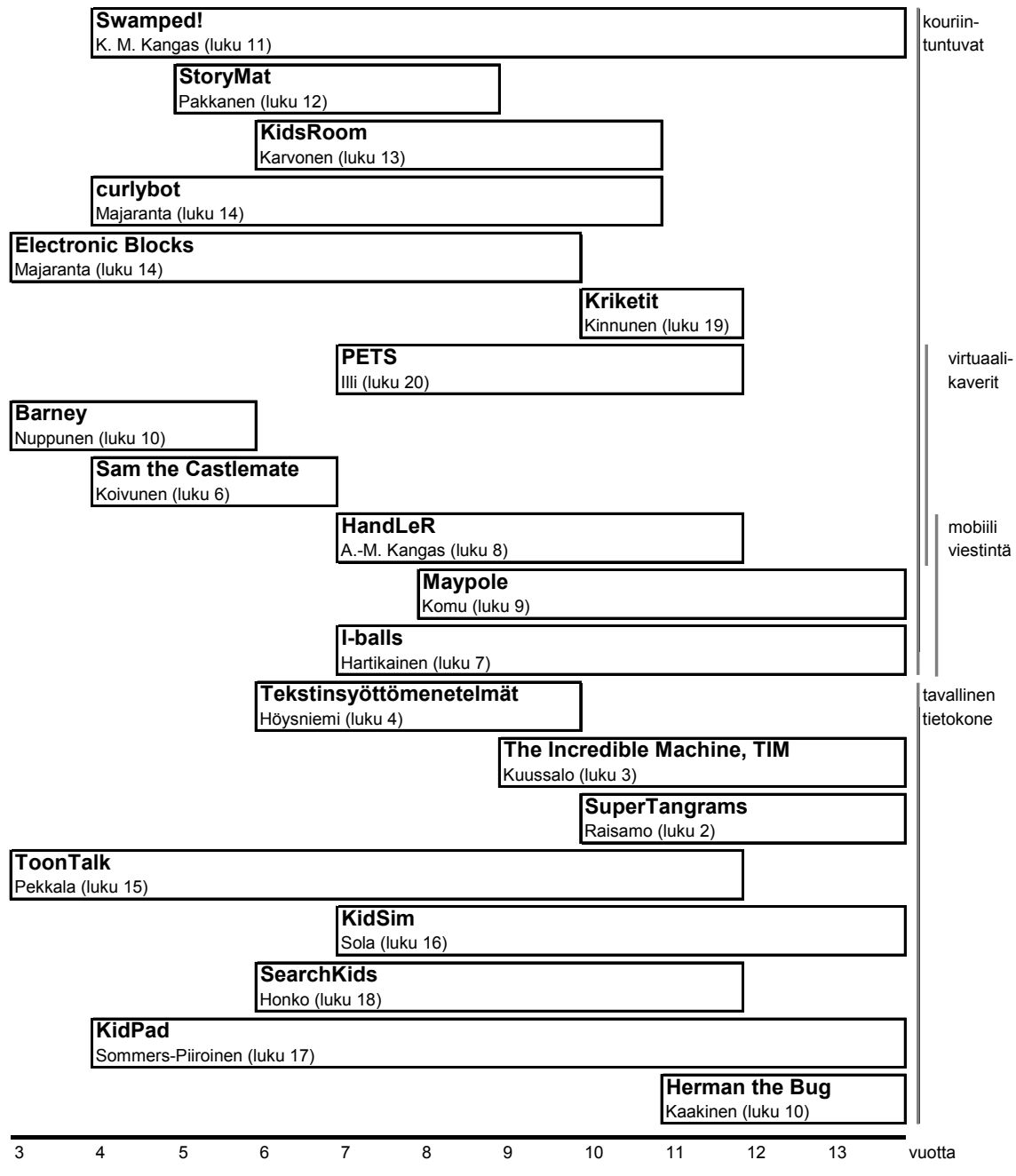
Lapsille tarkoitettuja tietoteknisiä laitteita ja ohjelmistoja on paljon – leluista opetusohjelmiin. On todettu, että nyky-yhteiskunnan lapset ”uivat informaatioteknologisten välineiden ja medialaitteiden maailmassa kuin kalat vedessä käyttäen eri mediamuotoja ahkerasti” (Suoranta *et al.* 2001). Lapset ovat todellakin ennakkoluulottomia ohjelmien käyttäjiä ja nokkelasti mukauttavat eri välineet osaksi leikkejään ja työtään – opiskeluaan. Silti voidaan varmuudella sanoa, että lasten ääntä ei ole juurikaan kuultu näitä laitteita ja ohjelmistoja suunniteltaessa, vaan lapsikäyttäjän usein nähdään eroavan aikuiskäyttäjistä ainoastaan kokonsa puolesta (Druin 1996).

Lapsen ikä sekä kehitystaso on luonnollisesti otettava huomioon tietokonepohjaista ympäristöä suunniteltaessa. Useimmin viitataan kehityspsykologi Jean Piaget’n näkemyksiin lapsen eri kehitysvaiheista (sensomotorinen, esioperationaalinen, operationaalinen ja formaalien operaatioiden vaihe). On esimerkiksi todettu (Schneider 1996), että ns. esioperationaalisessa vaiheessa (2-7 vuoteen), ”The Early Nintendo Years”, oleville lapsille näppäimistö saattaa olla syöttölaitteeksi liian vaikea, jolloin tarvitaan jokin toinen ratkaisu. Vastaavasti Schneider (1996) toteaa, että konkreettisten operaatioiden vaiheessa (7-11 vuoteen) lapset osaavat luokitella ja ryhmitellä samankaltaisia asioita, mutta eivät vielä osaa muodostaa hypoteeseja ja käsitellä abstrakteja asioita oikein hyvin. Tällöin kuitenkin lapsiin vetoaa esimerkiksi selailu (surffailu) ja klikkaamalla etsintä, abstraktimpi haku onnistuu yleensä vasta myöhemmin.

Lasten ominaisuuksien tai taitojen hahmottamisessa lapsen ikä vuosina ja kuukausina on kuitenkin vain summittainen ohjenuora, sillä lapsen kehittyneisyys tietoteknisten laitteiden käyttäjänä on paljolti kiinni siitä ympäristöstä, jossa lapsi kasvaa. Jos tietoteknisiä laitteita on käytettävissä, lapsi toimii niiden parissa pienestä pitäen, ja usein vanhempien, sisarusten tai muiden lasten ohjaamana saa tietokoneen käyttökokemusta ja taitoja siinä sivussa. Toisaalta ympäristöissä, joissa tällaista ”immersiota” (Druin *et al.* 1999) ei voi tapahtua, taidot jäävät kehittymättä. Kun lapset osallistuvat erilaisiin testeihin, joiden tavoitteena on lapsille tarkoitettun teknologian kokeilu ja kehittäminen, tietyistä erilaisista ympäristöistä tulevat koehenkilöt ovat taidoiltaan ja tiedoiltaan hyvin eri asemassa vaikka ikäluokka olisikin sama. Vaikka koulussa sitten ikäluokat tutustuvatkin tietokoneisiin, alle kouluikäisillä ei tällaista yhteistä kokemuspohjaa vielä ole.

Lapset ovat siten erittäin ”heterogeeninen ryhmä” tutkittaviksi. Jo tässä raportissa esitettyjen tutkimusten nojalla voidaan silti sanoa, että hyvinkin nuoret lapset pystyvät käyttä-

mään tietokoneympäristöä luovasti ja positiivisia kokemuksia saaden. Tärkeää luonnollisesti on se, että tässä ”yhteistoiminnassa” tietokone ja käyttöliittymä on se osapuoli, joka mukautuu ja jota mukautetaan, ei lapsi. Kuvassa 1 on esitetty tämän raportin tutkimukset ja niissä mukana olleiden lasten ikä.



Kuva 1. Lasten iät raportissa kuvatuissa tutkimuksissa.

Pohdittaessa lasten iän ja teknologian suhdetta tulee kaiken aikaa pitää mielessä, että lasten tietoteknologian käytössä, esimerkiksi oppimistarkoitukseen, eri lasten ”oppimisikä ja oppimispotentiaali” vaihtelee hyvin paljon. Tässä yhteydessä tulee painottaa yhteistoiminnan ja sosiaalisuuden vaikutusta. Yleinen toteamushan on, että ”yhdessä opitaan paremmin kuin yksin”. Tällöin taustalla on Vygotskyltä (1978) peräisin oleva käsite, ns. lähikehityksen vyöhyke (*zone of proximal development*), joka tarkoittaa lapsen itsenäisen ongelmanratkaisukyvyyn erotusta

siitä ongelmanratkaisukyvyistä, johon lapsi pystyy ohjaavan aikuisen tai itseään taitavamman vertaisoppijan kanssa. Yksi tapa ilmaista tämä asia on, että ongelmanratkaisu on hajautettu tai jaettu – ja siis yhdessä pystytään enempään, jos oppimiskumppani (toinen lapsi, aikuinen tai tietokoneohjelma) tukee omien tavoitteiden suunnassa etenemistä. Hyvässä seurassa lapsi pystyy näin ollen saamaan käyttöönsä kaiken oppimispotentiaalinsa.

Tässä raportissa esitellään useita tietokoneratkaisuja, joissa tietokone tarjoaa tukirakenteita lähikehityksen vyöhykkeen edustaman kehitystason toteutumiseksi. Yksi lähestymistapa on toteuttaa jonkin (lapselle sopivan) hahmon omaava tietokoneen ruudulla toimiva agentti, joka avustaa lasta ongelmanratkaisussa. Perinteistä näkemystä tietokoneeseen toteutetusta ohjelmistoagentista edustaa Herman the Bug, joka opettaa lapsille hauskaasti kasvien elinkelpoisuutta erilaisissa ympäristöissä (Kaakinen, luku 5 tässä raportissa). Vaikka Herman the Bug -agentti lisääkin ohjelman kiinnostavuutta, agentille voitaisiin asettaa suurempiakin tavoitteita. Esimerkiksi HandLeR-projektissa (A.-M. Kangas, luku 8 tässä raportissa) tavoitteena on kehittää elinikäistä oppimista tukeva ohjelmisto, joka toimisi missä tahansa laitteistossa, ja jonka avulla lapsi voi opiskella muuallakin kuin koulussa. Tällaisen ohjelmiston kehittämisen tavoitteena on tukea luonnollisella tavalla yhteistoiminnallista oppimista niin, että ohjelmistossa itsessään on mukana virtuaalinen mentori kaveriksi oppijalle – ja tietysti myös yhteydenottomahdollisuus muiden oppijoiden ja opettajan kanssa.

Ongelmanratkaisu ohjelmoimalla on tehtäväalue, jolla hyvinkin nuoret lapset voivat oppia ja kokea onnistumisen elämyksiä. Ohjelmointitaidon omaksumiselle ei voida yksikäsitteisesti asettaa rajoja iän perusteella. Ohjelmointitaito on tietokoneiden käytössä tavalliselle käyttäjälle harvoin tarpeen, mutta toisaalta ohjelmointitaitoinen voi räätälöidä tietokoneen toimintaa paremmin omiin tavoitteisiinsa sopivaksi ja ratkaista ongelmia, joitten ratkaisuun kynä ja paperi eivät riitä. Ohjelmoinnin oppiminen tuottaa silti suurelle osalle aikuisistakin vaikeuksia, sillä ohjelmointi koetaan abstraktiksi ja formaaliksi toiminnaksi. Ehkä siksi yllättäen ohjelmointi on tehtävä, jota on paljon tutkittu lasten toimintana.

Esimerkiksi Logo-ohjelmointikielen (Papert 1980) ympärille on rakentunut konstruktivismiin perustuva opetuskulttuuri, jolla on vahvat perusteet edellä mainitun kehityspsykologi Jean Piaget'n näkemyksissä lapsen eri kehitysvaiheista. Logo-kielen kehittäjä Seymour Papert on hyödyntänyt Piaget'n ajatuksia ja pyrkinyt osoittamaan, että oikeanlaisilla välineillä ja ohjauksella lapsetkin oppivat luomaan, testaamaan ja korjaamaan ohjelmia tietokoneella.

Konstruktivismi – tai *konstruktionismi (constructionism)* papertilaisittain – korostaa, että tietoa ei vastaanoteta passiivisesti, vaan aktiivisesti itse luodaan perustuen omiin kokemuksiin maailmasta: “children don't get ideas, they make them” (Kafai & Resnick 1996, 1). Tämän näkemyksen mukaan oppijat luovat omia uusia ideoitaan todennäköisimmin juuri kun heillä on mahdollisuus itse rakentaa jotain konkreettista (esimerkiksi hiekkalinnaa, runoa tai tietokoneohjelmaa), jonka he voivat jakaa ja josta he voivat keskustella toisten kanssa. Pelien, animaatioiden tai opetusohjelmien suunnittelu ja toteutus vertaisoppijoille tai itseä (vielä!) nuoremmille on osoittautunut erittäin hedelmälliseksi.

Keskeistä on *keksimällä oppiminen (discovery learning)*, jota ohjelmointitoiminta palvelee. Oleellista on myöskin se, että keksiminen ei ole tiukasti ohjattua ("discovery cannot be a setup; invention cannot be scheduled" (Papert 1980, 111)). Sen sijaan lapselle tulee tarjota "objekteja joilla voi ajatella", ts. välineitä jotka stimuloivat ajattelua. Esimerkiksi Logo-kielen piirtävä kursori, kilpikonna (Turtle), on juuri tällainen. Logo-kieltä on laajennettu moneen suuntaan, mm. ohjaamaan LEGO Technics sarjasta koottuja rakennelmia, olivatpa ne liikennevaloja, autoja tai pullonpalautusautomaatteja. Olennaista on myös se, että ohjelmointi mahdollistaa oman konstruktion tutkimisen ajan suhteen (simulointi), testaamisen ja koettelun (debugging) ja sen jälkeen uudelleenmuokkauksen, mikä eroaa esimerkiksi piirrosohjelmien tarjoamasta "staattisesta mallinnuksesta". Viimeisimpänä, mutta ei vähäisimpänä, tällainen työskentely tarjoaa mahdollisuuden "haasteelliseen, mutta hauskaan" työskentelyyn (*hard fun*), jolloin tärkeätä on, että lapset itse otetaan mukaan suunnittelemaan ja päättämään.

Useassa tämän raportin artikkelissa tarkastellaan edellä luonnehditun kaltaista ohjelmointia lasten ehdoin ja pohditaan tutkimustulosten valossa sen soveltuvuutta lähinnä kouluikäisille (seitsemänvuotiaille ja vanhemmille lapsille). Sola (luku 16) ja Pekkala (luku 15) tarkastelevat Logo-kielen kanssa kilpailevia ohjelmointiympäristöjä KidSim, Cocoa, Stagecast Creator ja ToonTalk. Näissä lapsi työstää kuvaruudulla erilaisia animointiin ja simulaatioihin perustuvia toimijoita (agentteja), joista hän rakentaa tehtävänratkaisunsa - pelin tai mikromaailman. Kinnunen (luku 19) kuvaa LEGO-Logo-tutkimuksiin pohjautuvia "ohjelmoitavia tiiliskiviä" (*programmable bricks*), toiselta nimeltään krikettejä (*crickets*) ja Majaranta (luku 14) puolestaan duplokokoisia palikoita, joita myös voidaan "ohjelmoida". Viime aikojen suuntauksena näyttäisi olevan siirtyminen pois tietokoneen äärestä ohjelmoimaan fyysisiä kohteita (kuten pahvista tehtyä kameraa) huoneessa, jossa vuorovaikutteisuus saadaan aikaan kätkeyillä tunnistimilla ja lasten ohjattavissa olevilla ohjaimilla ja syötteisiin reagoivilla laitteilla (Montemayor *et al.* 2002). Kaikissa tutkimuksissa nousee esille lasten - ikään katsomatta! - uskomaton luovuus ja kyky monimutkaisiin konstruktioihin, kunhan oikeanlaiset ajattelua inspiroivat välineet ovat käsillä.

Ohjelmoinnin ohella toinen tässä raportissa esille nouseva lasten luovuutta korostava teema on tarinankerronta (mm. Cassell & Ryokai 2001). Tarinoiden kertominen tukee lapsen kielellistä kehitystä ja on sinällään yksi leikin muoto, jossa lapsi käyttää luovasti kaikkea käsillä olevaa materiaalia. Osa materiaalista voi olla lasten omia tai yhdessä tekemiä piirroksia, kuten esimerkiksi KidPad-ohjelmistolla yhdessä saman näytön ääressä kahta hiirtä käyttäen tehdyissä vuorovaikutteisissa tarinoissa (Sommers-Piironen, luku 17 tässä raportissa). Tietokoneiden perinteiset käyttöliittymät eivät kovin hyvin tue tarinan kirjoittamista. Seuraavissa kohdissa kuvataan erityisesti lapsia varten kehitettyjä uusia käyttöliittymäkomponentteja ja vuorovaikutustapoja.

1.3. Tietokoneet lasten käytössä

Lapselle suunnittelun tavoitteena on usein tuoda lapselle käteen muutakin kuin hiiri, joka väistämättä sitoisi lapsen istumaan näytön ääreen eikä vapauttaisi leikkimään. Reaalielämän

lelu ja tietokone yhdessä luovat lapsille osin tuttuja kokemuksia. Vaikka lelu onkin itsessään tuttu lapsen muista leikeistä, tietokoneen yhteydessä lelu voi saada uusia ominaisuuksia, jotka luovat leluun elävämmän tunnun. Tietokonetuettu lelu on silti ”vain lelu”: sen tulee sallia lapsen mielikuvituksen lento muuallekin kuin tietokoneen avulla mallinnettuun virtuaalimaailmaan.

Pelien ja leikkien merkitystä lapsille motoriikan kehittäjinä ja sosiaalisten taitojen kartuttajina ei saa väheksyä tietokoneidenkaan aikakaudella (Räty 1999). Sen vuoksi tässäkin raportissa monessa seminaarityössä kuvaillaan pelaamista tai leikkimistä tietokoneen ruudulla olevan ohjelman tai käteen mahtuvien, mutta kuitenkin tietokoneistettujen lelujen kanssa.

Opiskelutehtävätkin puetaan usein opetusohjelmissa pelien muotoon, kuten tehtiin esimerkiksi Tangrams-palapelien avulla opeteltaessa muunnosgeometriaa (Raisamo, luku 2 tässä raportissa). Pelinomainen kilpailu vaikka vain itsensä kanssa tekee ohjelmasta lapselle haasteellisen ja lapsen mielenkiinto pysyy pitempään yllä.

Pehmolelun avulla tietokonetta voi ohjata luonnollisemmin kuin hiiren avulla – ainakin jos ohjattavana virtuaalihahmona tietokoneen ruudulla on esimerkiksi piirretty lintuhahmo (kana), jota animoidaan samalla tavoin kuin käyttäjä liikuttaa kana-pehmolelua käsissään kuten tehdään *Swamped!*-pelissä (K. Kangas, luku 11 tässä raportissa). Kana voi juosta ja hyppiä, härnätä näytöllä näkyvää pesukarhua ja jopa lentää sen pään päälle. Tällaista liikunnallista käyttäytymistä on mahdoton saada helposti aikaan hiiren avulla tietokoneen ruudulla, sillä hiiri liikkuu vain tasossa, ei kolmiulotteisessa tilassa kuten pehmolelu. Eräsikin pehmolelua kokeillut lapsi innostui pelistä niin, että pelasi yhteen menoon puolen tunnin ajan. Toisaalta tutkijat totesivat, että joillekin kokeilijoille ohjaustapa ei selvinnyt opettamallakaan.

Puhuvan pehmolelun suunnittelijan tavoitteena saattaa olla kehittää aktiivinen, osallistuva toimija lasten leikkeihin (Nupponen, luku 10 tässä raportissa). Tällainen lelu voi olla lapsen kaveri ja osin opettajakin, kun lapsi pääsee sen kanssa opettelemaan esimerkiksi aakkosia. Mukaansatempaavat laulut ja leikit ovat lapsen viihtymisen kannalta tarpeen. Lapsi harvoin silti viihtyy leluun kanssa pitkään, jos toiminta tapahtuu vain leluun ohjaamana: on nimittäin havaittu, että pienetkin lapset oppivat hakemaan leluun valikoimista suosikkilaulunsa ja –leikkinsä. Samana toistuvat toiminnot lakkaavat pian kiinnostamasta – ei lelu voi olla yhtä monipuolinen kuin elävä kaveri.

Toinen lähtökohta käyttöliittymän kehittämiselle onkin tarjota lapselle välineitä tehdä itse ja sillä tavoin muokata omista leluistaan halutun kaltaisia. Edellä jo mainitut legot ja niistä kehitetyt elektroniset kriketit sopivat käyttöön erilaisissa projekteissa, joissa korostuu lasten luova tekeminen (Kinnunen, luku 19 tässä raportissa). Australiassa on tutkittu duplokokoisiin palikoihin liitettävää ”ohjelmoitavuutta”. Palikoitten toiminnan voi saada aikaan äänen, valon tai kosketuksen avulla, kun rakennelmassa on mukana ärsykeeseen reagoiva anturipalikka. Liittämällä peruspalikoita yhteen voi luoda yksinkertaisia toimivia laitteita. Palikoista lapsi voi vaikkapa rakentaa kauko-ohjattavan auton, joka liikkuu kun lapsi puristaa kauko-ohjainpalikkaa. Jotkut päiväkodin lapsista tekivät tarkkailuaikana monia toimivia rakennelmia,

kun taas toiset tyytyivät leikkimään palikoilla kuvitellen toiminnan itse mielessään (Majaranta, luku 14 tässä raportissa).

PETS-projektissa (Illi, luku 20 tässä raportissa) lapset luovat itse myös leikeissä tarvittavan robotin, jota voivat ohjata tietokoneen avulla. Robotin avulla voidaan kertoa lasten itsensä kirjoittamia tarinoita, ja robotti saadaan esittämään tunteitakin tarinoiden kerronnan aikana.

Kun koko leikkutila on vuorovaikutteinen, leikissä voidaan käyttää apuna tietotekniikkaa toisella tavalla kuin perinteisessä pöydän ja koneen ääreen sidotussa työskentelyssä. Pöydän kulmalla odottavan tietokoneen sijasta leikkivän lapsen käyttöön sopisi paremmin esimerkiksi mattoon tai ympäröivään huoneeseen liitetty tietotekniikka.

StoryMat-järjestelmä on rakennettu leikkiin lattialla "vuorovaikutteisella" matolla (Pakkanen, luku 12 tässä raportissa). Mattoa voi käyttää leikissä ja vaikka kertoa tarinaa pehmolelujen liikkeistä matolle piirretyissä kohteissa. Tarinan kertojana on vuoronperään lapsi itse tai leikin kohtaan liittyvä nauhoite, joka on tallennettu jonkun aikaisemmin matolla leikkineen tarinasta. Näitä tarinoita matto voi toistaa satunnaisesti aivan kuin sillä leikkivät lapset. Erona tietysti on se, että tarinaa kertova lapsi liikuttaa fyysistä pehmolelua tarinansa mukaisesti, mutta matolle tallennetussa tarinassa aidon lelun sijasta liikutetaan matolle heijastettua lelun kuvaa, joka sekin on tallennettu edellisen leikkijän leikin vaiheista. Järjestelmä ei ymmärrä puhetta, vaan toiminta perustuu lelussa olevan nauhoituspainikkeen painamiseen ja lelun paikan rekisteröintiin samanaikaisesti.

Samalla tavoin leikki virtuaalisen kaverin kanssa voi tapahtua linnassa, jonka yläpuolelle seinäpinnalle on heijastettu kaverin piirretty hahmo, Sam the Castlemate (Koivunen, luku 6 tässä raportissa). Kaveri osaa kertoa tarinoita, ja vuoronvaihto tapahtuu liikuttamalla pieni nukke tiettyyn kohtaan linnassa – kun nukke on paikallaan, vuoro on virtuaalisella kaverilla, joka jatkaa tarinaa omalla tavallaan.

Jos tietotekniikan ohjaustapana on liikkeiden tunnistus, käyttäjä ei tarvitse välttämättä mitään pehmolelun kaltaista syöttölaitetta vaan pelkästään omien raajojen liikuttaminen riittää. Tällaista ohjaustapaa käytetään suomenkielisessä Kukakumma muumaassa -pelissä (Höysniemi *et al.* 2002) ja sille esikuvana olleessa KidsRoom-seikkailussa (Karvonen, luku 13 tässä raportissa). Sisäänsä sulkeva KidsRoom-leikkihuone on itsessään aktiivinen: kaiuttimet saavat äänen tulemaan eri puolilta, ja seinälle voidaan heijastaa esimerkiksi ystävällisen mörön kuva. Huone tarkkailee leikin etenemistä kattoon kiinnitettyjen videokameroiden ja ohjelmistossa toteutetun kuvantunnistuksen avulla. Huone on sopiva lapsille senkin vuoksi, ettei lapseen tarvitse kiinnittää mitään ylimääräistä laitetta eikä tarvitse pukea erityisiä vaatteita. Vaikka huone on tarkoitettu monelle lapselle kerrallaan, vuorovaikutteisen seikkailun kestäessä lasten on pysyttävä yhdessä, jotta teknisesti vaativa kuva-analyysi toimisi kunnolla. Huone ei pysty dynaamisesti mukautumaan lasten odottamattomiin päähänpistoihin: näennäisestä aktiivisuudesta huolimatta huone on perimmältään vain tietokoneiden avulla toteutettu peräkkäisten leikkivaiheiden jono, ja lasten aktiivisuudesta huone pystyy havainnoimaan ainoastaan sen verran, mitä tarvitaan tarinan eteenpäinviemiseksi.

Nykyiset käteen sopivat keskenään kommunikoimaan pystyvät laitteet avaavat uusia mahdollisuuksia lasten väliseen vuorovaikutukseen. Kouluissa kokeiltuja laitteita ovat esimerkiksi PalmPilotit, joiden avulla lapset voivat opiskella perinnöllisyyttä (Geney – Danesh *et al.* 2001) tai virusten tarttumista (Cooties – Soloway *et al.* 2001). Kun laite on langattomasti yhteydessä toiseen laitteeseen, tartunta etenee satunnaisesti koneiden muodostamassa populaatiossa, ja lapset saavat konkreettisen havainnollistuksen tartunnan etenemisestä kokeen jatkuessa luokassa tietyn ajan.

Ehkä vielä mielenkiintoisempaa vuorovaikutusta saadaan silloin, kun lapset voivat itse tuottaa laitteesta toiseen välitettävät asiat ja voivat valita, kenelle ne suuntaavat. Eräässä kokeilussa kouluympäristössä kehitettiin I-balls –nimisiä pieniä ohjelmapätkiä, jotka siirtyivät ehdollisesti laitteesta toiseen (Hartikainen, luku 7 tässä raportissa). Esimerkkejä ohjelmapätkistä oli paljon: tietynlaisen henkilön etsimisestä ohjelman kysymyksen mukaisesti (”etsi joku joka pitää parsakaalista”) kaverille osoitettuun kuumaan perunaan, joka tuli välittää eteenpäin tietystä ajassa. Kun lapset muokkasivat ja jakelivat itse ohjelmapätkiä, tutkijat saivat käyttöönsä paljon materiaalia niiden etenemisestä lapsijoukossa. Tutkijat julkaisivat tiedot myös lapsille, jotka näkivät näin itse tekemänsä ohjelman kulun lapselta toiselle. Tutkijoille oli yllätys, että sukupuoli tai lapsen etninen tausta eivät merkinneet ohjelmien jakelussa eteenpäin, vaan pelit kulkivat yli koko lapsijoukon. I-balls luo ja levittää uutta kansanperinnettä siinä lapsijoukossa, jonka käyttöön kannettava teknologia annetaan.

Samanlaisia havaintoja on Suomessa matkapuhelinten tekstiviestien luomasta uudesta kulttuurista lasten ja nuorten keskuudessa. Matkapuhelimet loivat mahdollisuuden olla tekstiviestein yhteydessä paikasta ja ajasta riippumatta, ja niihin liittyy kokonainen oma kielensä ja tapansa toimia (esim. Kasesniemi & Rautiainen 2001).

Matkapuhelimeen liittyvä uusi tekninen innovaatio on kuvaviestien lähettäminen pelkän tekstin sijasta. Vaikka tällaisena mahdollistavat puhelimet ovat vasta tulleet markkinoille, niihin liittyvää tutkimusta on tehty osin Suomessa, osin muissa Euroopan maissa Maypole-yhteisprojektissa, jossa selvitettiin mobiilin kuvaviestinnän kiinnostavuutta lasten ja nuorten parissa (Komu, luku 9 tässä raportissa).

1.4. Käyttöliittymien kehitys lapsille sopiviksi

Pienille lapsille suunnittelu on haastavaa, sillä kohderyhmä on selkeästi erilainen kuin aikuiset tai varttuneemmat lapset. Suunnittelun lähtökohtana ei voi olla perinteinen näkemys (aikuis)käyttäjäkunnasta homogeenisena, tehokkuuteen eli nopeaan suoritukseen pyrkivänä ja suhteellisen motivoituneena ryhmänä, sillä lapset tietotekniikan käyttäjinä eivät täytä edellä mainittuja vaatimuksia. Yhtä suunnittelun lähestymistapaa, jossa käyttäjä nähdään ”liikkuvana maalina” jonka tarpeet, mielenkiinnon kohteet ja taidot muuttuvat kaiken aikaa, kutsutaan *oppijakeskeiseksi suunnitteluksi (learner-centered design)* (Soloway *et al.*, 1993). Siinä pyritään tukemaan käyttäjän (eli oppijan) tietämyksen kasvua, ottamaan huomioon käyttäjäryhmän moninaisuus ja kiinnittämään motivointiin huomiota. Vaikka lapset tuodaankin keskeisesti

esiin oppijakeskeisen suunnittelun oivina kohteina, idea sopii hyvin luonnollisesti elinikäisen oppimisen käsitteeseen.

Miten lapsille suunnittelu sitten eroaa aikuisille suunnittelusta? Riittääkö se, että suunnittelun lopputulos on värikäs, äänekäs ja "hauska"? Kuten Druin toteaa,

"Technology for kids needs to have high smile value." (Druin 1999 p. XVIII)

Värikyys ja hauskuus ovat varmaan tärkeitä osatekijöitä määriteltäessä lasten käyttöliittymien keskeisiä piirteitä, mutta ne eivät suinkaan määrittele riittävästi lasten käyttöliittymille asetettuja vaatimuksia. Seuraavassa tuodaan esiin muutamia lapsikohderyhmälle tyypillisiä seikkoja, jotka tulisi ottaa huomioon käyttöliittymiä kehitettäessä.

Lapsen pienemmät raajat vaikeuttavat esimerkiksi näppäimistön ja hiiren käyttöä. Oheislaitteita ei ole suunniteltu mitoiltaan lapselle sopiviksi. Toisaalta lapsen sormet sopivat paljon aikuista paremmin esimerkiksi pienen kannettavan laitteen näppäimistölle.

Tietokoneen näppäimistö on lapselle vaikea muutenkin: näppäinten löytäminen vaatii opettelua. Ei hiirikään – ainakaan raahaustehtävissä – ole ongelmaton, sillä lapsen käden motoriikka ei välttämättä ole kehittynyt riittävän hyväksi: siirrettäessä objekteja kuvaruudulla (raahattaessa) hiiren painike painettuna lapsen sormi irtoaa helposti hiiren painikkeelta ja kohde kuvaruudulla irtoaa vahingossa (Kuussalo, luku 3 tässä raportissa). Hiirtä käytettäessä ohjaukseen ohjelma tulisikin suunnitella lapsille niin, ettei pitkiä raahausmatkoja tarvita.

Suorakäyttöisyys ei ole ehkä oppimisenkaan kannalta välttämättä paras ratkaisu. Joissakin tilanteissa oppiminen edistyy, kun raahaustehtävän sijasta lapsen tehtäväksi annetaan miettiä ja muotoilla ratkaisu käsitteiden avulla (Raisamo, luku 2 tässä raportissa). Olennaisten käsitteiden ymmärtäminen on oppimisen edellytys ja vuorovaikutustavan tulisi palvella sitä.

Lapset oppivat kyllä näppäimistön käytön harjoittelemalla. Näppäimistö on käsitteelliseltä malliltaan yksinkertainen: lapsi ymmärtää pienenä jo yhteyden painamansa näppäimen ja ruutuun ilmestyvän kirjaimen välillä. Kun lapset ovat kohderyhmänä, on silti aiheellista tutkia muitakin käyttöliittymämahdollisuuksia, jotka sopivat kohderyhmälle näppäimistöä paremmin.

Tekstien sijaan voidaan yrittää tulla toimeen pelkällä kuvallisella ilmaisulla. Esimerkiksi digitaalisen kirjaston käyttöliittymä hakukoneineen voisi toimia pelkästään kuvien avulla, kuten SearchKids-projektissa esitetään (Honko, luku 18 tässä raportissa).

Teksti on kuitenkin monessa tilanteessa välttämätöntä ainakin kouluympäristössä, minkä vuoksi lapsen käyttöön näppäimistöä paremmin sopivia vaihtoehtoja tekstin syöttämiseen on tarpeen tutkia (Höysniemi, luku 4 tässä raportissa). Ehkä puheen avulla sanellut sanat voitaisiin tunnistaa niin ettei lapsen tarvitsisi opetella näppäimistön käyttöä? Lapset oppivat puhumaan aikaisemmin kuin kirjoittamaan, ja lapset osaavat puhua sellaisiakin sanoja, joita eivät osaisi kirjoittaa. Puheen käytössä on siinäkin omat ongelmansa: aikuisten puhetavalle opetetut puheentunnistimet eivät selviä helposti lasten ääntämyksestä, ja lapset voivat puhua epäselvästi mumisten niin, ettei tunnistus senkään takia toimi. Lisäksi tunnistukseen mahdollisesti pujahtavat virheet tuovat lisävaikeuden: virheiden korjaaminen sanelemalla on työlästä, ja jos lapsi ei osaa käyttää näppäimistöä, sanelu uudelleen on ainoa tapa korjata.

Tällöin myös tunnistettu sana tulisi sanoa ääneen, jotta lapsi tietäisi miten tunnistus onnistui. Sanelu tällä tavoin sana kerrallaan on hidasta ja vaivalloista.

Hiiren korvikkeeksi on toki muitakin vaihtoehtoja. Pehmolelu Barney toimii hiiren tavoin langattomassa yhteydessä tietokoneeseen. Barney'n tassun puristaminen vastaa hiiren napsautuksen avulla tehtyä valintaa. Barney tarjoaa lisäksi lapselle ominaisuuksia, joita hiiressä ei ole. Barney'n jalan puristaminen aloittaa laulun kuten silloinkin kun Barney ei ole yhteydessä tietokoneen kanssa. Lauluun yhtyy tietokoneen ruudulla näkyvä hahmo. Toisaalta hiiri ja Barney kumoavat toistensa toiminnan: uusi Barney'n jalan puristus tai hiiren napsautus lopettaa edellisen käynnissä olleen tehtävän. Lapsi saa Barneyltä tukea ja kannustusta työskentelyynsä tietokoneen kanssa. Jos lapsi on laskemassa laskua mutta tekee virheen, Barney tarjoaa apua. Siten Barney toimii välittäjänä lapsen ja tietokoneen välillä. Kokemukset Barney'n käytöstä ovat kuitenkin osin negatiivisia: ainakin suomalaisilla lapsilla oli enemmän mielenkiintoa hiirtä kuin Barneytä kohtaan – hiiri koetaan tärkeämmäksi tilanteen hallinnalle ja tietokoneen ruudun tapahtumat kiinnostavammiksi kuin Barney (Nuppunen 2001).

Lapselle suunnitellun käyttöliittymän tulee tarjota mahdollisuuksia toimimiseen ryhmässä ja yhdessä muiden lasten kanssa. Barney-pehmolelua esimerkiksi käytettiin sujuvasti kuurupiiloleikissä: yksi lapsista peitti Barney'n silmät, muut menivät pöydän alle piiloon. Kun lapset vietiin tietokoneen ääreen niin, että tietokoneen ja Barney'n välillä oli langaton tiedonsiirtoyhteys, Barney'n roolia olikin vaikeampi hahmottaa. Kun hiiren ja Barney'n hallinta annettiin eri lapsille, yhdessä lapsiryhmässä Barney jäi syrjään ja lapset keskittyivät näytöllä näkyviin tapahtumiin. Toisessa ryhmässä hiirettä jäänyt poika kiusasi hiiren käyttäjää aloittamalla välillä Barney'n toimintoja, jotka aina hiiren käyttäjä kumosi (Nuppunen 2001).

Erittäin tärkeätä suunnittelussa on pitää mielessä, että lapsille suunnitellun käyttöliittymän tulee olla mukaansatempaava, jotta lapsi innostuisi ja viihtyisi sen parissa. Vaikka aikuisillakin motivaatio tehtävän tekemiseen on tärkeätä, lapsilla motiivoinnin merkitys korostuu entistä enemmän:

“Motivation is a prerequisite for successful learning.” (Scaife & Rogers p. 36).

Lasten on sallittua olla lyhytjänteisiä. Sen vuoksi lapsille suunnattu teknologia ei saa vaatia alituista tarkkaavaisuutta. Tehtävän jättäminen kesken ja jatkaminen hetken kuluttua on sallittava. Lapset ovat (ehkä aikuisten vastakkaisista käsityksistä huolimatta) pitkäjänteisiä silloin, kun heillä on mielekästä tekemistä ja he tuntevat ohjaavansa tapahtumia itse (Druin *et al.* 1999).

Lopuksi esitämme yhteenvedonomaaisesti muutamia käsityksiä siitä, millaista lapsille suunniteltavan teknologian tulisi olla. Druin ja muut (1999) toteavat, että lapset huomaavat teknologian, joka on

- ”coolia”, mikä useimmiten tarkoittaa: ”samanlaista kuin kaverilla”,
- helppoa oppia käyttämään ja yksinkertaista ohjata,
- ”hyvän näköistä” (ei liian lapsellista), ja
- kaikkia lapsen aisteja työllistävää: mitä useampia mediamuotoja on käytössä, sitä parempi.

Hanna ja muut (1999) nostavat lapsille suunnittelussa keskeisiksi toimintojen, ohjeistuksen ja näytön suunnittelun (Taulukko 2).

Toiminnot	Suunnittele toiminnallisuus itsessään kiinnostavaksi ja haastavaksi niin, että lapset haluavat itsekin käyttää ohjelmaa. Suunnittele toiminnallisuus asteittain vaikeutuvaksi ja tue lapsia, kun he siirtyvät tasolta toiselle. Suunnittele tukea antava palkitsemisjärjestelmä, joka ottaa lapsen kehitystason ja käytön kontekstin huomioon.
Ohjeistus	Anna ohjeet ikäluokalle sopivalla tavalla. Suunnittele ohjeet helposti ymmärrettäviksi ja muistettaviksi. Jos näytöllä esiintyy jokin liikkuva tai puhuva hahmo, tee siitä lasta kannustava eikä keskittymistä haittaava. Anna lapsen valita haluaako ohjeita.
Näytön suunnittelu	Suunnittele kuvakkeet lapselle mielekkäiksi. Käytä kursorin muotoja havainnollistamaan toiminnallisuutta. Reagoi hiirenliikkeisiin ja kursorin sijaintiin: tarjoa äänen, animaatioiden ja korostusten avulla vinkkejä toiminnallisuudesta kursorin sijainnin kohdalla.

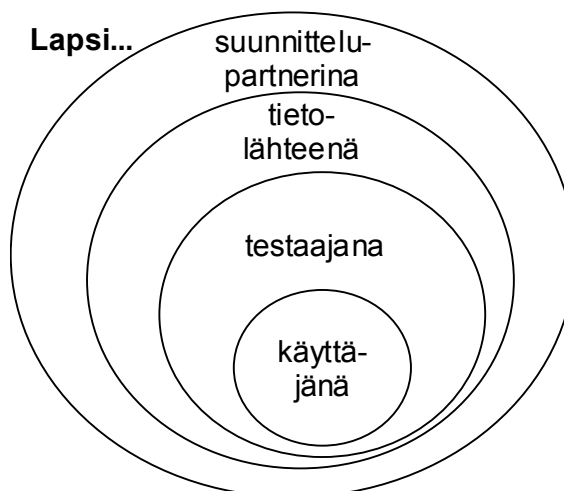
Taulukko 2. Ohjeita lasten käyttöliittymien suunnitteluun (Hanna *et al.* 1999).

Lapsille suunniteltaville käyttöliittymille on esitetty runsaasti muitakin ohjeita ja suosituksia. Monissa suosituksissa lähtökohdaksi otetaan aikuisten ja lasten väliset erot. Esimerkiksi verkkosivuilla lasten on hyvin vaikea erottaa esiin ponnahtavaa mainosta sivuston aidosta sisällöstä, vaikka aikuiset eron osaavatkin tehdä vaikeuksista kokemukseensa perustuen. Lasten käyttöön tarkoitettujen verkkosivustojen suunnitteluun keskittyvässä ohjeistossa lähtökohtana pitää olla aitojen käyttötilanteiden tarkkailu (Gilutz & Nielsen 2002).

1.5. Lapsen rooli kehitystyössä – tekijä, tietolähde vai testihenkilö?

Käyttöliittymäyhteisössä on käyty jo pitkään keskustelua siitä, miten sovelluksen käyttäjä (iästä riippumatta) saataisiin mukaan itse suunnitteluprosessiin (Allen *et al.* 1993). Lapsia kyllä hyödynnetään lopputuloksen testauksessa, mutta harvoin he voivat olla muuten mukana suunnitteluprosessissa. Tosin Druinin (2002) mukaan erityisesti 1990-luvun puolivälin jälkeen on julkaistu monia tutkimusraportteja, joissa korostetaan lasten aikaisempaa merkittävämpää roolia kehitystyössä. Seuraavassa kuvataan erilaisia tapoja, miten lapset voivat osallistua lapsille tarkoitetun teknologian suunnitteluun, ja seuraavassa kohdassa palataan lapsiin käytettävyydestien testihenkilöinä.

Druin (2002) erottelee lapsen neljä roolia (kuva 2) teknologian kehitystyössä. Kun uusia teknologioita kehitetään lasten käyttöön, tarvitaan lapsia käyttämään niitä. Tarkkailemalla heitä käyttäjinä saadaan tietoa siitä, miten kehitemä toimii. Parempi tietysti, jos lapsi kokeilee tuotetta ennen kuin se on valmis: näin testaamalla saadaan arvokasta tietoa tuotteen edelleen kehittämistä varten. Jos lapsi on muutenkin mukana kehitystyössä, hän voi toimia tietolähteenä suunnittelijoille. Vain harvoin lapsi on mukana prosessissa täysivaltaisena jäsenenä.



Kuva 2. Lapsen neljä roolia tietotekniikan kehittämisprojekteissa (Druin 2002).

Scaifen ja Rogersin (1999) mielestä lapset ovat informantteina eli suunnitteluprojektin tietolähteinä samassa asemassa kuin aikuisetkin: heillä on omasta kokemusmaailmastaan sellaista tietoa esimerkiksi peleistä ja muista vuorovaikutteisista ohjelmistoista, mitä suunnittelijoilla ei voi olla. Sen vuoksi tällaista erityistietoa pitää selvittää lapsilta itseltään – lapsi on *native informant* ja sen vuoksi korvaamaton.

Yksi tärkeä näkökohta on mm. Druinin (1999) esittämä, että lapsille suunnittelu ei ole niin rajoitettua kuin aikuisille, lapset ovat avoimempia uusille mahdollisuuksille. Lapset itse asiassa ovat usein vaativampia kuin aikuiset ja myös sanovat kommenttinsa suoraan.

Lasten kanssa kommunikointi ei ole samanlaista kuin aikuisten kanssa puhuminen. Aikuiselle voi tulla tulkintaongelmia (Scaife & Rogers 1999) esimerkiksi sen suhteen, mitä lapset sanovat ja mitä he haluaisivat sanoa, ja myös sen suhteen, mitä aikuiset haluaisivat kuulla ja todellisuudessa kuulevat. Jotta keskustelussa oltaisiin samoissa lähtökohdissa, lasten (niin kuin aikuistenkin) kanssa työskenneltäessä lähtökohtana ovat usein erilaiset ja eritasoiset prototyypit, joita lapset voivat kokeilla.

Myös prototyypin kanssa voi tulla ongelmia: jos lapsi ei ymmärrä mikä prototyyppi on tai mihin se liittyy, hän ei osaa eikä halua antaa palautetta siitä. Aikuisen kannalta tällainen lapsi vaikuttaa yhteistyöhaluttomalta, mutta kyseessä saattaa olla lapsen ja aikuisen erilaisesta taustasta juontava kommunikointivaikeus. (Montemayor *et al* 2000).

Informanttina lapsi osaa myös asettua kolmannen persoonan asemaan – siis esimerkiksi lapsi voi miettiä, miten jokin ohjelmassa annettava palaute sopii aivan pienille lapsille. Lapsi osaa lisäksi nousta yksittäisistä efekteistä korkeammalle tasolle suunnittelemaan kokonaisuuden tavoitteita. Lisäksi lapset osaavat ehdottaa suunnitteluideoita. Välttämättä

kaikki ideat eivät ole toteuttamiskelpoisia, mutta niiden hyvydestä keskustellaan suunnitteluryhmässä. (Scaife & Rogers 1999)

Kun lapset ovat "vain informantteina" mukana suunnittelussa, heidän tulonsa mukaan työskentelyyn on aina aikuisten suunnittelijoiden päätävävallassa, eikä osallistuminen ole jatkuvaa. He voivat silti osallistua suunnitteluun alkuvaiheista lähtien, mutta osallistumisesta työvaiheeseen päättää suunnitteluryhmän vetäjä riippuen siitä, miten paljon lapsen mukanaolosta olisi hyötyä työvaiheessa. PETS-tutkimuksessa (Illi, luku 20 tässä raportissa) lähtökohta on toinen: lasten tulee voida vaikuttaa prototyypin kehitystyöhön alusta pitäen pysyvinä jäseninä, vaikka siten suunnitteluun kuluu enemmän aikaa. Vain tällä tavoin saadaan lapsella olevat ideat projektin käyttöön, ja ujutkin lapset oppivat puolen vuoden aikana olemaan täysvaltaisia suunnitteluryhmän jäseniä. Tilanteessa, jossa lapset otetaan alusta pitäen mukaan, lähtökohta myös aikuisten suhtautumiselle on erilainen. PETS-tutkijat toteavat kuitenkin, että eri tilanteissa erilaiset ratkaisut tulevat kyseeseen: esimerkiksi teollisuudessa uutta tuotetta suunniteltaessa voi riittää pelkästään se, että lapsi on testaajana mukana, ja monessa käyttäytymistieteellisessä tutkimuksessa lapsen rooli on vain valmiin ohjelmistotuotteen käyttäjänä – lapsilta ei odotetakaan silloin paneutumista suunnittelutyöhön. (Montemayor *et al.* 2000)

Jos lapset osallistuvat suunnitteluun, parhaiten ideoita näyttäisi syntyvän 7-10 -vuotiailta – sillä heillä ei vielä ole liiaksi näkemystä siitä, miten asioiden "tulisi olla", vaan he ideoivat vapaasti. Suunnitteluryhmään tarvitaan sekä aikuisia että lapsia enemmän kuin yksi, jotta ryhmän jäsenten tasavertainen toiminta olisi mahdollista. Aikuistenkin tulisi miettiä asenteitaan osallistuessaan lapsille tarkoitettujen artefaktien suunnitteluun: kun tunnelma on vapautunut ja aikuisetkin laskevat leikkiä, lapset tuntevat viihtyvänsä paremmin. Aikuisen tulee varoa ottamasta hallitsevaa roolia. Esimerkiksi seisominen lasten työtä valvomassa tuo koulun mieleen, jolloin luovuus saattaa kärsiä. (Druin *et al.* 1999)

Lasten erityisominaisuudet tulee ottaa huomioon suunnittelutiimissä. Esimerkiksi Scaife ja Rogers (1999) ovat huomanneet, että 9-vuotiaiden lasten piirroksissa yksityiskohtien määrä on melkoinen, mutta lapset eivät kiinnitä ollenkaan huomiota piirtämiensä olioiden väliseen vuorovaikutukseen. Niinpä suunnittelijoilla on valmiita yksityiskohtaisia kuvia oliosta ja lasten kanssa työskentelyssä lähdetään olioiden välisestä vuorovaikutuksesta. Esimerkiksi suunnittelutiimissä käytetään pareittain muoville tai kalvolle piirrettyjä hahmoja, joista lapset suunnittelevat pelejä, joissa käytetään animaatiota ja ääniä. Lapset voivat myös kuvitella, mitä pelissä tapahtuisi, jos käyttäjä ei toimisikaan suunnitellulla tavalla.

Suunnittelutehtävää ei voida kuitenkaan jättää yksin lapsille, sillä heidän on mahdoton tietää, millaiset ratkaisut toimivat esimerkiksi pedagogiselta kannalta. (Scaife & Rogers 1997)

1.6. Ohjeita lasten kanssa testaamiseen

Eri yhteyksissä tutkijat ovat antaneet suosituksia siihen, miten lasten kanssa tehtävät testit tulisi toteuttaa. On kehitetty myös erilaisia ohjeita siitä, miten lapsille suunniteltujen ohjelmien käytettävyyttä tulisi tutkia (Hanna *et al.* 1999; Hanna *et al.* 1997).

Ensinnäkin lasten ohjelmistoja suunniteltaessa ja testattaessa on otettava lähtökohdaksi se, että tehtävä on lapsille mieluinen ja luonnollinen. Kun lapsen kanssa tehdään käytettävyydestä, testiasetelmiin tarvitaan hiukan muutoksia verrattuna testaamiseen aikuisten kanssa. Lapselle on luonnollista kysyä apua heti tarvitessaan. Testivalvoja ei voi alkaa auttaa testissä vaan tavoitteena on tarkkailla lasten omaa toimintaa testattavan ohjelman parissa. Siten testeissä tulisi ennemminkin tutkia sitä, mitä lapset haluavat ohjelmalla tehdä kuin sitä, että lapsi osaisi ohjelman avulla tehdä suunnittelijoiden ennalta ohjelmistolle suunnittelema tehtäviä. (Hanna *et al.* 1999)

Vaikka lapset eivät välttämättä tuo innostustaan esiin laboratorio-oloissa, negatiivisia tunnelmia on helpompi havaita käytöksestä (Hanna *et al.* 1999). Kun lapsi huokailee tai kääntyy pois testattavasta ohjelmasta, ohjelma ei innosta riittävästi tai sitä on lapsen mielestä vaikea käyttää.

Aikuisten testihenkilöiden käyttäjätyytyväisyyden arvioinnissa käytetään usein kyselylomakkeita. Sen sijaan lasten ollessa testaajina on aikuisten käyttämät lomakkeet suunniteltava ja mukautettava lasten käyttöön sopiviksi (Höysniemi, luku 4 tässä raportissa). Koska abstrakti numeroin tapahtuva pisteyttäminen on monelle lapselle mahdotonta, tarvitaan lapsen maailmaa lähempänä olevia symboleita, joitten avulla lapsen olisi mahdollista arvioida järjestelmää. Jos esimerkiksi symboleiksi valitaan kasvot, joihin piirretään sisälle hymyilevä tai surullinen ilme, lastenkin on helpompi tulkita, mitä käsite tarkoittaa (Druin 1999). Tällaista "Fun-o-meter" -mittaria (Höysniemi, luku 4 tässä raportissa) on ehdotettu jatkettavaksi kymmenen senttimetrin mittaiseksi siten, että mittarin ääripäinä ovat hymyilevä ja surullinen naama. Kun lapsi valitsee jonkin kohdan mittarista, piste voidaan muuttaa numeeriseksi arvoksi kymmenportaisella asteikolla pettyneestä tyytyväiseen.

Käyttöliittymien vertailussa saattaa joskus aikuisilla olla vaikeuksia asettaa vertailtavia vaihtoehtoja paremmuusjärjestykseen. Vertaileminen on luonnollisesti myös lapsille hankala tehtävä, joskin ehkä erilaisista syistä kuin aikuisille. Vertailuun voi vaikuttaa muukin syy kuin vertailtavien protojen ominaisuus. Esimerkiksi lapset eivät koe reiluksi antaa vaihtoehdolle huonoja pisteitä vain sen vuoksi, että se ei heidän mielestään toiminut kunnolla kokeiluissa (Höysniemi, luku 4 tässä raportissa).

1.7. Lopuksi

Kiinnostus innovatiivisiin lapsille suunnattuihin käyttöliittymiin on viime vuosina voimakkaasti kasvanut. Tämän raportin antama kuva on voittopuolisesti amerikkalainen, sillä useat keskeisimmistä pitkäikäisistä tutkimushankkeista ovat amerikkalaisia. Myös Suomessa ollaan yhä enenevässä määrin kiinnostuneita lapsille tarjolla olevista tietoteknisistä ratkaisuista. Käytännön tasolla tämä kiinnostus näkyy esimerkiksi Tampereen kaupungin varhaiskasvatuksen tietotekniikkaan liittyvissä TIVA- ja VATI-projekteissa. Samanlaisia hankkeita on muissakin Suomen kaupungeissa. Kokosimme muutamien hankkeiden tietoja taulukkoon 1.

Esimerkkeinä aihepiiriin liittyvästä kotimaisesta tutkimuksesta mainittakoon Marjatta Kangassalon (1997) ja Veli-Pekka Rädyn (1999) väitöskirjat. Tampereen yliopiston Tietoyhteiskuntainstituutin monitieteinen Lapsen ja Tietoyhteiskunta -hanke tarkastelee aihepiiriä laaja-alaisesti ja onkin tuottanut suomalaisen tietoyhteiskuntakeskusteluun kaksi kirjaa: Kangassalo & Suoranta (2001) ja Suoranta *et al.* (2001). Käsillä oleva raportti liittyy läheisimmin Tampereen yliopiston Tietojenkäsittelytieteiden laitoksen TAUCHI-yksikön toimintaan, jossa LeCo-tutkimusryhmän (*Learning and Collaborative Technologies Research Group*) yhtenä painopistealueena on lasten käyttöliittymät. Ryhmässä on mukana jatko-opiskelijoita, joiden väitöskirja-aiheet liittyvät lasten käyttöliittymiin. Tämä raportti on ryhmän ensimmäisiä hankkeita aihealueella.

Päätämme raporttimme johdanto-osuuden lainaukseen, joka kuvaa mielestämme hyvin sitä, miksi lapsille suunnittelu on mielekästä ja tärkeää:

"It's the best way to have a big impact on the world. If you can influence the lives of today's kids, you can help shape the world of tomorrow. So designing for kids makes me feel like doing something worthwhile. To help kids understand or learn a new concept, you really have to understand it yourself. So, in addition, designing for kids pushes me to understand things in new and deeper ways."

Mitchel Resnick, MIT Media Laboratory (Druin 1999)

Suomessa		
VATI-projekti	Tampereen kaupunki	http://www.tampere.fi/sote/vati/index.htm
L@sten projekti	Kuopion kaupunki	http://www.edu.joensuu.fi/siekinen/ITK2001Kuopio.pdf
Lapset ja Tietoyhteiskunta -hanke	Tampereen yliopisto/ISI	http://www.uta.fi/laitokset/ISI/hankkeet/hanke20.html
Kukakumma Muumaassa	Taideteollinen Korkeakoulu	http://www.kukakumma.net/
LeCo - Learning and Collaboration Research Group	Tampereen yliopisto/TAUCHI	http://www.cs.uta.fi/hci/leco/
Ulkomailla		
Kids Design the Future	University of Maryland /Druin	http://www.cs.umd.edu/hcil/kiddesign/
KIDS	UCLA/Kafai	http://www.gseis.ucla.edu/faculty/kafai/kids/KIDSthemes.html
HandLeR Project	University of Birmingham/Sharples	http://www.eee.bham.ac.uk/handler/default.asp
Gesture and Narrative Language	MIT/Cassell	http://gn.www.media.mit.edu/groups/gn/
Lifelong Kindergarten	MIT/Resnick	http://llk.media.mit.edu/
Learning in the Palm of your Hand	University of Michigan / Soloway	http://www.handheld.hice-dev.org/index.htm
E-GEMS: Electronic Games for Education on Math and Sciences	University of British Columbia/Klawe	http://taz.cs.ubc.ca/egems/home.html
Päätyneitä projekteja		
TIVA-projekti	Tampereen kaupunki	http://www.uta.fi/laitokset/okl/lokl/tiva/index_fi.htm
I3 ESE projects (Experimental School Environment)	EU	http://www.i3net.org/schools/
Playground	EU / I3 ESE project	http://www.ioe.ac.uk/playground/frame_f.htm
KidStory	EU / I3 ESE project	http://www.sics.se/kidstory/

Taulukko 3. Muutamia raportin teemoihin liittyviä tutkimusryhmien ja projektien verkko-osoitteita.

Lähdeluettelo

- Allen, D., Ballman, D., Miller-Jacobs, H., Muller, M., Nielsen, J., and Spool, J. (1993). User involvement in the design process: why, when and how? In *INTERCHI'93 Proceedings*, ACM Press, 251-254.
- Cassell, J., & Ryokai, K. (2001). Making space for voice: Technologies to support children's fantasy and storytelling. *Personal Technologies* 5(3), 203-224.
- Danesh, A., Inkpen, K.M., Lau, F., Shu, K., and Booth, K.S. (2001). Geney: Designing a collaborative activity for the Palm handheld computer. In *Proceedings of CHI, Conference on Human Factors in Computing Systems*. Seattle, USA, April 2001
- Druin, A. (2002). The role of children in the design on new technology. *Behavior & Information Technology* 21:1, 1-25.

- Druin, A. (1999). Preface: Beginning a discussion about kids, technology, and design. In A. Druin (Ed.), *The design of children's interactive technologies*, pages xiv-xxiii. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers.
- Druin, A. (1996). A place called childhood. *Interactions*, January, 17-22.
- Druin, A., Bederson, B., Boltman, A., Miura, A., Knotts-Callahan, D., and Platt, M. (1999). Children as our technology design partners. In A. Druin (Ed.), *The design of children's interactive technologies*, 51-72. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers.
- Gilutz, S. & Nielsen, J. (2002). *Usability of Websites for Children: 70 design guidelines based on usability studies with kids*. Nielsen Norman Group Report. <<http://www.nngroup.com/reports/kids/>> Viitattu 14.7.2002.
- Hanna, L., Ridsen, K., Czerwinski, M., & Alexander, K.J. (1999). The role of usability research in designing children's computer products. In A. Druin (Ed.), *The design of children's interactive technologies*, 3-26. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers.
- Hanna, L., Ridsen, K., Alexander, K.J. (1997). Guidelines for usability testing with children. *Interactions* (September/October), 9-14.
- Höysniemi, J., Hämäläinen, P., & Turkki, L. (2002). Using peer tutoring in evaluating the usability of a physically interactive computer game with children. Accepted for publication in International Workshop of Interaction Design and Children, Eindhoven University of Technology, The Netherlands, August 28-29, 2002.
- Kafai, Y., & Resnick, M. (1996). Introduction. In Kafai, Y., Resnick, M. (eds.), *Constructionism in Practice*. Mahway, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1-4.
- Kangassalo, M. (1997). The formation of children's conceptual models concerning a particular natural phenomenon using PICCO, a pictorial computer simulation. *Acta Universitatis Tampereensis* 559. University of Tampere. Tampere. 188 p.
- Kangassalo, M. & Suoranta, J. (2001). *Lasten tietoyhteiskunta*. Tampere University Press
- Kasesniemi, E-L. & Rautiainen, P. (2001). *Kännyssä piilevät sanomat: Nuoret, väline ja viesti*. Tampere University Press.
- Montemayor, J., Druin, A. & Hendler, J. (2000). PETS: A personal electronic teller of stories. In A. Druin & J. Hendler (Eds.), *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*, 73-108. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Montemayor, J., Druin, A., Farber, A., Simms, S., Churaman, W., & D'Amour, A. (2002). Physical programming: Designing tools for children to create physical interactive environments. In *Proceedings of CHI, Conference on Human Factors in Computing Systems*. Minneapolis, USA, April 2002.
- Nuppunen, N. (2001). Pehmolelukäyttöliittymä lasten leikeissä: Tilannetutkimus lelun käytettävyydestä ryhmässä. Tampereen yliopisto, tietojenkäsittelytieteiden laitos, pro gradu -tutkielma, maaliskuu 2001.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books Inc.: NY.

-
- Räty, V-P. (1999). Pelien leikki. Lasten tietokonepelien suunnittelusta sekä käytöstä erityisesti vammaisten lasten kuntoutuksessa. Taideteollisen korkeakoulun julkaisu A 24. Jyväskylä.
- Scaife, M, & Rogers, Y (1999). Kids as informants: Telling us what we didn't know or confirming what we knew already? In A. Druin (Ed.), *The design of children's interactive technologies*, 27-50. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers.
- Schneider, K.G. (1996). Children and information visualization technologies. *Interactions*, September-October, 68-73.
- Soloway, E., Gudzial, M., & Hay, K.E. (1994). Learner-centered design: the challenge for HCI in the 21st century. *ACM interactions* 1, 2, April, 46-48.
- Soloway, E., Norris, C., Blumenfeld, P., Fishman, B., Krajcik, J., & Marx, R. (2001). Log on education: Handheld devices are ready-at-hand. *Communications of the ACM*, 44 (6),15-20.
- Suoranta, J., Lehtimäki, H., & Hakulinen, S. (2001). *Lapset tietoyhteiskunnan toimijoina*. Tampereen yliopisto. Tietoyhteiskunnan tutkimuskeskuksen työraportteja 16/2001.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes* (Cole, M., John-Steiner, V., Scriber, S., Souberman, E. Eds.), Cambridge, MA: Harvard University Press.

2. Suorakäyttö opetusohjelmissa

Jukka Raisamo

2.1. Johdanto

Suorakäyttöisyys-käsitteen (*direct manipulation*) keksinyt Shneiderman (1982) on todennut, että käyttöliittymien tulisi olla suorakäyttöisiä, tarkoittaen pyrkimystä antaa käyttäjälle välineet näytöllä olevien kohteiden välittömään käsittelyyn. Suorakäyttöisyys onkin peruspiirre nykyisten tietokoneiden graafisissa käyttöliittymissä, ja se on yleensä toteutettu hiiren ja tähän liittyvän raahaamistekniikan (*drag and drop*) avulla. Ziegler ja Fähnrich (1988) sanovat, että suorakäyttöisyys perustuu tapahtumaketjuun, jossa käyttäjä valitsee kohteen ja suoritettavan toiminnon, minkä jälkeen järjestelmä reagoi tähän suorittamalla halutun tehtävän ja antamalla tästä välittömän palautteen. Olennaista suorakäyttöisyydelle on siis käyttäjän ja sovelluksen vuorovaikutteisuus.

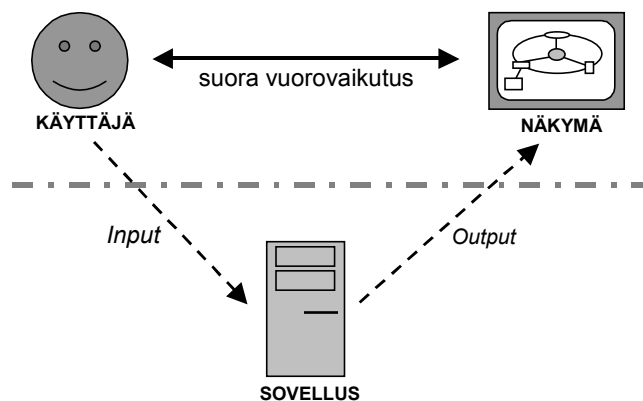
Hutchins ja muut (1986) toteavat, että intuitiiviset käyttöliittymät perustuvat aiemmille kokemuksille samankaltaisissa tilanteissa. He korostavat myös, että suorakäyttöisyys on kuitenkin eri asia kuin helppokäyttöisyys; ainoastaan hyvin suunniteltuna ja toteutettuna suorakäyttöinen järjestelmä on samalla myös helppokäyttöinen. Hutchins ja muut erottavatkin kaksi päätekijää, jotka vaikuttavat suorakäyttöisten käyttöliittymien omaksumiseen:

- 1. etäisyys päämääristä fyysiseen järjestelmään (*gulf of execution*), ja
- 2. etäisyys fyysisestä järjestelmästä päämääriin (*gulf of evaluation*).

Etäisyydellä päämääristä järjestelmään Hutchins ja muut tarkoittavat sovelluksen toiminnan loogisuutta, jolloin tietyn syötteen antaminen saa aikaan aina saman, odotetun ja tehtävään sopivan toiminnon. Etäisyys järjestelmästä päämääriin puolestaan tarkoittaa annetusta komennosta saadun palautteen totuudenmukaisuutta, sen vastaavuutta sovelluksen suorittaman toiminnon kanssa. Näiden toimintojen tulee heidän mukaansa tapahtua reaaliajassa, niiden tulee olla suoravaikutteisia (*direct engagement*). Tällöin käyttäjälle tulee tunne, että hän voi suoraan, dynaamisesti, vaikuttaa sovelluksen toimintaan.

Kuvassa 1 esitetyssä mallissa kuvataan suorakäyttöisen työkalun ja käyttäjän vuorovaikutusprosessia. Suorakäyttöisille työkaluille ominaisesti käyttäjän ja sovelluksen raja

hämärtyy, minkä ansiosta käyttäjä saa vaikutelman suorasta vuorovaikutusprosessista näkemänsä visuaalisen palautteen, näkymän, kanssa. Sovellus ikäänkuin piiloutuu taustalle käyttäjän keskittyessä kommunikoimaan näytölle tarjotun näkymän kanssa. Tietokone toimii tällöin käyttäjän toiminnan välittäjänä eikä vain työkaluna, joka suorittaa käyttäjän antamia käskyjä.



Kuva 1. Suorakäyttöisen työkalun toimintamalli.

Foley ja muut (1984) sanovat, että ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutukseen, kuten kaikkeen ihmisten toimintaan, sisältyy kolme inhimillistä prosessia: havaitseminen, kognitio ja motorinen toiminta. Heidän mukaansa vuorovaikutteisia tekniikoita suunniteltaessa tulisi huomioida nämä kolme prosessia ja pyrkiä minimoimaan niiden tarve tehtävien suorittamisessa. Toisin sanoen, käyttöliittymän tulee olla mahdollisimman helppokäyttöinen eikä se saa turhaan hidastaa käyttäjän toimintaa. Shneiderman (1982) esittääkin, että suorakäyttöisen käyttöliittymän suurimpina etuina on sallia aloittelijoille sovelluksen toimintojen nopea oppiminen ja asiantuntijoille niiden nopea käyttö.

Tässä luvussa käsitellään suorakäyttöisyyttä matemaattisessa opetusohjelmassa. Tällöin suurin mielenkiinto ei kohdistu työkaluiksi tarkoitettujen käyttöliittymien tavoin vuorovaikutustekniikan helppouteen ja sen vaatiman kognitiivisen taakan minimointiin vaan saavutettuun oppimistulokseen. Sedighian ja Westrom (1997a) sanovat, että opetusohjelmat eroavat työkaluista siinä, että niiden tulee vaatia käyttäjältä enemmän, mutta pitää samalla yllä käyttäjän mielenkiintoa. Opetusohjelman tärkein ominaisuus onkin, että se pystyy välittämään opetettavan asian oppilaille tarpeeksi yksinkertaisesti ja havainnollisesti, mutta samalla riittävän haastavasti, jotta oppilaan mielenkiinto annettuihin tehtäviin säilyy ja oppimisprosessi etenee.

Tämä luku perustuu pääosiltaan Sedighianin, Klawen ja Westromin artikkeliin (2001), jossa tutkitaan kahden erityyppisen suorakäyttöliittymän vaikutusta matemaattisten käsitteiden oppimiseen. Tutkimuksen tarkoituksena on osoittaa, että suorakäyttöisyys itsessään ei tee opetusohjelmasta hyvää tai huonoa; tärkeintä Sedighianin ja muiden mielestä onkin huomioida mihin suorakäyttöisyys kohdistuu, suoraan olioihin vai niiden muunnosta edustaviin käsitteisiin. Luvun seuraava kohta 2.2 kertoo tutkimuksen syntyyn vaikuttaneista teorioista ja taustoista. Kohdassa 2.3 puolestaan selitetään tutkimuksessa käytetyn pelin

toiminta ja esitellään sen erilaiset käyttöliittymäversiot. Kohdassa 2.4 kerrotaan tarkemmin tutkimuksesta ja sen tuloksista, minkä jälkeen lopuksi kohdassa 2.5 pohditaan tutkimuksesta saatujen tulosten merkitystä, kerrotaan muista vastaavista tutkimuksista ja esitetään kritiikkiä tutkimusta kohtaan.

2.2. Taustaa

Kohdassa 2.1 esitettyjen ajatusten mukaan suorakäyttöisyyden ihanteisiin yhdistetään perinteisesti nopeus, tehokkuus ja kognitiivisen taakan minimointi. Holst (1996) ja Golightly (1996) ovat kuitenkin omilta osiltaan osoittaneet, etteivät matalaa kognitiivista ponnistelua vaativat käyttöliittymät useinkaan ole opetuksellisesti tehokkaimpia. Holst (1996) esittää, että käyttäjän kognitiivisen taakan lisääminen ja muistamisen, arvioinnin ja uusien toimintamallien suunnittelemisen vaatiminen osana prosessia antaa paremman lähtökohdan tehdä oikeita päätelmiä. Golightly (1996) puolestaan sanoo, että vähemmän suora käyttöliittymä saa käyttäjän sisäistämään varsinaisen ongelman paremmin. Voidaan siis sanoa, että käyttöliittymän tekeminen vaikeakäyttöisemmäksi auttaa käyttäjää oppimaan enemmän edessään olevan ongelman ratkaisemisesta (Golightly *et al.* 1996).

Svendsen (1991) on tutkinut suorakäyttöisen ja komentopohjaisen käyttöliittymän eroja ongelmanratkaisussa. Hän sai tutkimuksissaan selville, että komentopohjaisen käyttöliittymän käyttäjät tekivät vähemmän virheitä, ratkaisivat tehtävät pienemmällä määrällä siirtoja ja osasivat pukea ratkaisunsa paremmin sanoiksi. Ei voida kuitenkaan sanoa, että suorakäyttöinen käyttöliittymä olisi automaattisesti komentopohjaista tekstikäyttöliittymää huonompi valinta opetussovellukseen. Opetusohjelmien tarkoitus on opettaa käyttäjänsä käsittämään ja ratkaisemaan jokin tietty ongelma, jolloin käyttöliittymänkin tulee keskittyä enemmän ongelman ytimeen, abstrakteihin käsitteisiin, kuin ruudulla näkyviin konkreettisiin olioihin. Tämä vaatii kuitenkin käyttöliittymältä käsitteiden jonkinasteista konkreettista edustusta, näkyviä ja vuorovaikutteisia vihjeitä käsitteiden ominaisuuksista, jotta niitä voidaan käsitellä suorakäyttöisesti.

Tässä luvussa tarkastellaan *Super Tangrams* -peliä, joka on tietokoneelle toteutettu versio kiinalaisesta palapelistä (kuva 2). Peli on osa vuonna 1992 perustetun poikkitieteellisen tutkimusryhmän *E-GEMS* -projektia (E-GEMS 2001, Klawe 1999), jonka tarkoitus on kehittää 9-13 vuotiaiden lasten vuorovaikutusta tietokoneen kanssa, suunnitella näille opetuksellisia tietokonepelejä ja yhdistää pelinomaisia tietokoneympäristöjä normaaliin luokkaopetukseen. Toinen E-GEMS -projektin luoma ongelmanratkaisupeli, *The Incredible Machine*, on esitelty tämän raportin luvussa 3.

Tarkastellussa tutkimuksessa (Sedighian *et al.* 2001) Super Tangramsista on käytetty kahta eriluonteista käyttöliittymäversiota, joista toinen tukee olioiden suorakäyttöä (*direct object manipulation*) ja toinen käsitteiden suorakäyttöä (*direct concept manipulation*). Lisäksi käsitteiden suorakäyttöliittymästä on tutkimuksessa mukana myös reflektiivinen versio, johon on yhdistetty tehtävän vaikeustaso asteittain korottava *scaffolding*-oppimismalli. Hakkaraisen ja muiden (1999) mukaan *scaffolding*-termi tarkoittaa sitä, että opettaja säätelee oppijalle

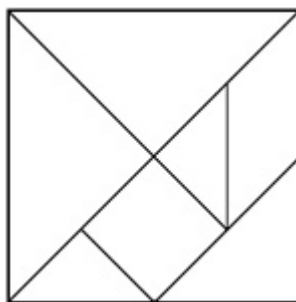
oppimisprosessin aikana antamaansa tukea oppijan tarpeiden mukaan. Opettajan, tässä tapauksessa opetusohjelman, lopullisena tehtävänä on siis oikeastaan tehdä itsensä tarpeettomaksi, tukea oppijan kasvua itsenäiseen tiedon rakentamiseen. Käyttöliittymän reflektiivisessä versiossa pelin käyttäjää tuetaan vähentämällä asteittain tehtävästä annettavaa palautetta ja apuna olevia esityskomponentteja, jolloin lasten uskotaan omaksuvan enemmän tietämystä ja ongelmanratkaisussa vaadittavaa pohdintaa.

Ennen tutkimuksen järjestämistä Super Tangrams -peliä testattiin sadoilla ihmisillä, aikuisilla ja lapsilla, minkä seurauksena pelin käyttöliittymää muutettiin hieman, jotta se tukisi paremmin matemaattisten käsitteiden oppimista (Sedighian & Klawe 1996). Varsinaisessa tutkimuksessa (Sedighian *et al.* 2001) keskityttiin etsimään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Johtaako siirtyminen olioiden suorakäytöstä käsitteiden suorakäyttöön tehokkaampaan oppimiseen?
- Refleктоiko käsitteiden suorakäyttö paremmin kognitiota ja käsitteiden tietoista prosessointia?
- Kuinka käyttöliittymä voi tukea reflektiivistä oppimista, ja onko olemassa strategioita, jotka tukisivat ja parantaisivat KS-metafora?
- Mitkä voisivat olla yleisiä ominaispiirteitä käyttöliittymille, jotka on tarkoitettu käsitteiden oppimiseen?

2.3. Super Tangrams

Sedighianin ja muiden (2001) tutkimuksessa käyttämä peli, Super Tangrams (Sedighian & Klawe 1996), on tietokoneelle toteutettu palapeli, jonka tarkoitus on tutkia käyttöliittymän vaikutusta lasten kaksikulotteisen muunnosgeometrian (*transformation geometry*) oppimiseen sekä heidän asenteeseensa monimutkaisia matemaattisia käsitteitä kohtaan. Super Tangramsissa pohjana käytetty palapeli koostuu yhteensä seitsemästä kaksikulotteisesta kappaleesta, kahdesta suuresta, yhdestä keskikokoisesta ja kahdesta pienestä kolmiosta, neliöstä ja suunnikkaasta. Pelin tarkoitus on järjestää paloista erilaisia muotoja siirtämällä (*slide*), kiertämällä (*turn*) ja kääntämällä (*flip*) niitä pelialustalla. Kuvassa 2 palapelin on paloista muodostettu neliö.



Kuva 2. Kiinalainen palapeli. (Sedighian *et al.* 2001)

Tarkastellussa tutkimuksessa käytettiin kolmea erilaista versiota Super Tangrams -pelistä, joiden erona oli lähinnä vain niissä käytetty vuorovaikutustekniikka – eri versioiden graafiset ja toiminnalliset ominaisuudet tosin myös poikkesivat käyttöliittymien luonteesta johtuen hieman toisistaan. Käytetyt versiot olivat perinteiseen suoraikäyttöisyyden ideaan tukeutuva olioiden suoraikäyttöversio (OS), tehtävän käsitteiden muokkaukseen keskittyvä käsitteiden suoraikäyttöversio (KS) ja jälkimmäisen kaltainen, oppimisprosessin edetessä toimintaansa muuttava reflektiivinen käsitteiden suoraikäyttöversio (*reflective direct concept manipulation*, RKS). Seuraavissa alakohdissa esitellään tarkemmin pelin eri käyttöliittymäversiot ja niiden erityispiirteet.

Olioiden suoraikäyttö (OS)

OS-versiossa (kuva 3) käyttäjä käsittelee palapelin paloja kuvaavia geometrisia kappaleita suoravaikutteisesti joko siirtämällä niitä haluttuun paikkaan, kiertämällä niitä myötä- tai vastapäivään tai kääntämällä niitä joko pysty- tai vaaka-akselinsa ympäri. Palapelin palat eivät lukkiudu oikeisiin sijaintipaikkoihinsa niihin osuessaan vaan käyttäytyvät samanlailla kuin aidossa ympäristössä, jolloin pelaajan täytyy itse asettaa ne tarkasti oikeille kohdilleen.

Palapelin palojen kiertäminen tapahtuu valitsemalla kuvassa 3 oikeassa reunassa näkyvästä ohjauspaneelista jompi kumpi kiertotoiminnoista (kiertonuolipainikkeet), osoittamalla hiirellä haluttua kappaletta ja painamalla hiiren vasenta nappia. Jokainen hiirenpainallus saa kiertokursorin alla olevan kappaleen kääntymään 22,5 astetta valittuun kiertosuuntaan. Palojen kääntäminen tapahtuu valitsemalla pysty- tai vaakasuora kääntötoiminto (vastakkaiskolmiopainikkeet) paneelista, osoittamalla haluttua kappaletta ja painamalla hiiren nappia, minkä seurauksena kappale kääntyy valitun akselinsa ympäri. Palapelin palojen siirtäminen puolestaan vaatii ylimmäisen työkalupainikkeen valitsemista ohjauspaneelista (nuoliristikko), minkä jälkeen yksittäisiä paloja voi hiiren avulla raahata vapaasti pelialustalla.



Kuva 3. OS-version käyttöliittymäkuva kappaleen kiertamisestä. (Sedighian & Westrom 1997b)

OS-version käyttöliittymäkuvassa (kuvassa 3) ”F-kirjain” kuvan keskellä on muoto, jonka mukaiseksi ympärillä olevat kappaleet tulisi järjestää. Oikealla alhaalla olevaa muita vaaleam-

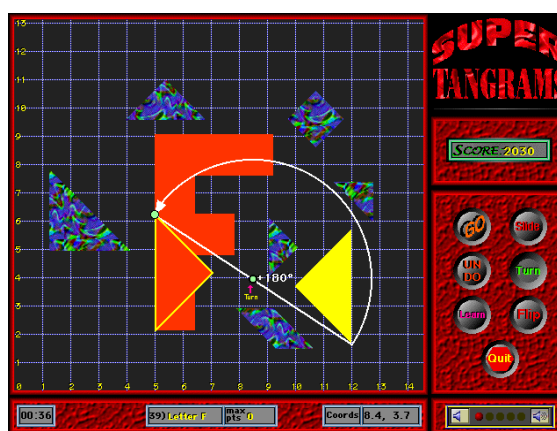
malla värillä korostettua kappaletta ollaan kuvan tilanteessa juuri kiertämässä vastapäivään, jolloin ohjauspaneelin oikeanpuoleisen kiertopainikekuvakkeen väri kertoo, että kyseinen kierto toiminto on valittu.

Sovellusikkunan alapalkissa vasemmalla sijaitseva aikanäyttö kertoo tehtävän ratkaisuun käytetyn ajan (kuvassa 00:14), aikanäytön vieressä on tehtävän järjestysnumeron ja nimen näyttöruutu (kuvassa 39. tehtävä, jonka nimi on Letter F) sekä näyttöruutu, joka kertoo ratkaistavana olevasta tehtävästä kerätyt pisteet (kuvassa 0). Taustamusiikin voimakkuutta voi säätää ja kytkeä päälle tai pois ikkunan alareunassa oikealla olevasta säätimestä. Ohjauspaneelin yläpuolella on kokonaispistenäyttö, joka kertoo tähän mennessä ratkaistuista palapeleistä kerätyt pisteet (kuvassa 2030).

Käsitteiden suorakäyttö (KS)

KS-versio pelistä eroaa OS-versiosta siinä, että tässä kappaleiden sijaintia ei voi suoraan muokata; nimensäkin mukaisesti KS-versiossa käsitellään muuntogeometrian käsitteitä, ei palapelin paloja suoraan. Suurimmat erot KS-version (kuva 4) käyttöliittymässä verrattuna kuvan 3 OS-käyttöliittymäversioon ovat vuorovaikutustekniikan lisäksi pelialueen taustalla oleva koordinaatoruudukko, ikkunan alapalkissa oleva koordinaattien näyttökenttä sekä ikkunan oikeassa reunassa sijaitsevan ohjauspaneelin painikkeet.

KS-käyttöliittymän ohjauspaneelissa on muutama uusi toiminto, joita erilaisen käyttöliittymän on katsottu tarvitsevan. Aiemmin tutut kappaleen siirtämisen, kiertämisen ja kääntämisen painikkeiden kuvakkeet on KS-versiossa korvattu tekstein (Slide, Turn, Flip), lisäksi kullekin toiminnolle on käyttöliittymän luonteesta johtuen varattu vain yksi painike. Lisäksi ohjauspaneelissa on kolme uutta painiketta, *Go*, *Undo* ja *Learn*. *Go*-painikkeesta käyttäjä hyväksyy valitulla muokkaustoiminnolla asetetun muunnoksen, *Undo*-painikkeella voidaan puolestaan kumota viimeksi tehty muunnos ja *Learn*-painike antaa käyttäjälle mahdollisuuden opetella muunnostointojen käyttöä pelistä erillisessä tilassa (kuva 5).

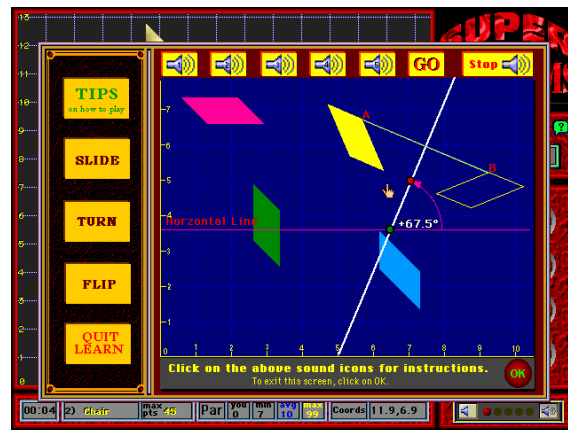


Kuva 4. KS-version käyttöliittymäkuva kappaleen kiertämisestä. (Sedighian & Westrom 1997b)

Kuvan 4 tilanne on sama kuin kuvassa 3: valittua kappaletta kierretään haluttuun suuntaan. KS-versiossa ohjelma näyttää apukaarella muunnettavaksi valitun vaalean kolmion

kulman kiertoradan (vaalea kaari), jonka aktiivisia, muuntoparametreja kuvaavia pisteitä (apukaaren säteen keskikohdassa ja loppupäässä) voi säätää hiirellä. Lisäksi ohjelma osoittaa haamukuvalla (vaaleat ääriviivat) sijainnin, johon kappale siirtyy muunnos hyväksyttäessä. Kiertokulman astelukeman vieressä sen vasemmalla puolella olevasta pisteestä voi säätää kappaleen muunnoksen jälkeisen uuden paikan etäisyyttä, kappaleen kiertorataa kuvaavan kaaren päässä olevasta toisesta pisteestä voi puolestaan säätää kappaleen kiertokulmaa (kuvassa $+180^\circ$). Tarpeelliset muokkaustoimenpiteet tehtyään käyttäjä hyväksyy muunnoksen Go-painikkeella, minkä seurauksena muunnettu kappale siirtyy animoidusti uuteen sijaintiinsa.

Kuvassa 5 näkyy Learn-painikkeesta aukeava harjoitteluikkuna, jossa voi harjoitella eri muokkaustoimintoja käytännössä. Harjoitteluikkunan voi avata milloin tahansa pelitilanteesta riippumatta, eikä toimintojen harjoittelu vaikuta ikkunan alle jääneen tehtävän suoritusajkaan tai tehtävästä saataviin pisteisiin. Kuvan esimerkissä käyttäjä harjoittelee kappaleen kääntämistä.



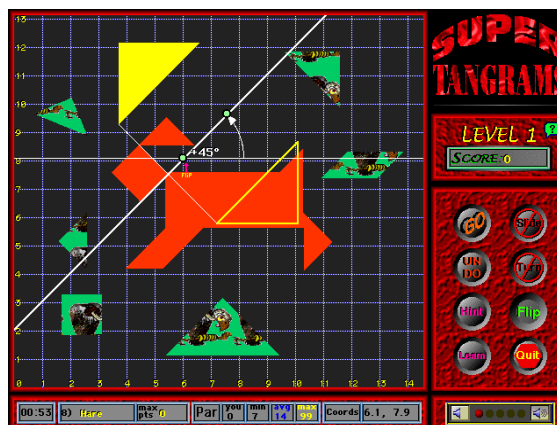
Kuva 5. Muunnostyökalujen käytön harjoitteluikkuna. (Sedighian 1997)

Reflektiivinen käsitteiden suorakäyttö (RKS)

RKS-version käyttöliittymä on muuten sama kuin KS-version, mutta se lisäksi reflektoi käyttäjän oppimista vähentäen asteittain ohjelman tarjoamia havaintoapuja (haamukuva, apuviivat ja -kaaret sekä astelukema) sitä mukaa, kun käyttäjä ratkoo palapelejä. Lisäyksenä KS-versioon RKS-käyttöliittymässä on ohjauspaneeliin lisätty Hint-painike, jota painettaessa peli näyttää käyttäjälle kaikki mahdolliset paikat, joihin valittu palanen sopii.

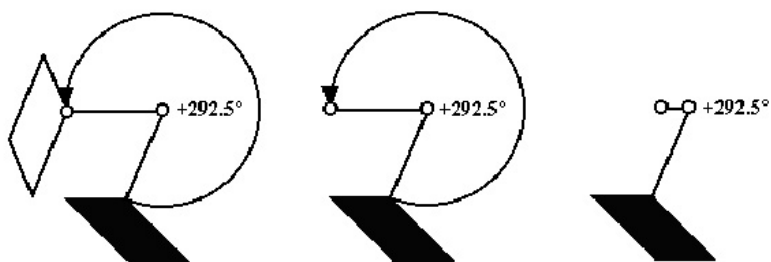
Alla kuvassa 6 näkyy RKS-version käyttöliittymä palapelin palaa käännettäessä. Kuvan tilanteessa vasemmalla ylhäällä olevaa vaaleaa kappaletta käännetään apuviivojen, apukulman ja kappaleen muunnoksen jälkeistä sijaintia kuvaavan vaaleareunuksisen haamukuvan avulla. Kääntömuunnokseen voidaan vaikuttaa säätämällä kuvassa 45-asteen kulmassa olevan apuviivan aktiivisia, muuntoparametreja kuvaavia pisteitä, jolloin kappaleen kääntökulma ja muokkausoperaation jälkeinen sijaintipaikka muuntuvat. Aiemmissä alakohdissa esitellyistä versioista poiketen RKS-versiossa muunnetun palasen osuessa riittävän lähelle oikeaa paik-

kaansa (kuten kuvassa 6), sovellus avustaa käyttäjää kiinnittämällä palan täsmälliseen sijaintiinsa antaen samalla äänipalautteen onnistuneesta siirrosta.



Kuva 6. RKS-version käyttöliittymä kappaletta käännettäessä. (Sedighian & Westrom 1997b)

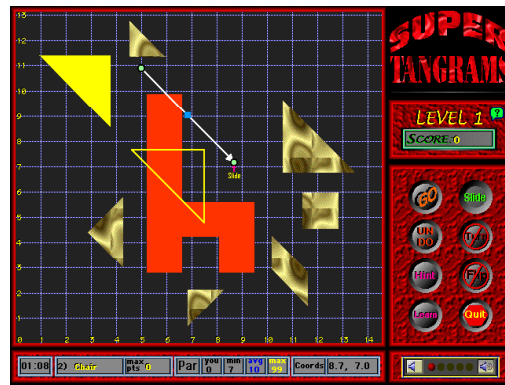
Kuvassa 7 tarkastellaan mustan kappaleen kiertämisestä saatavaa visuaalista palautetta, jota RKS-käyttöliittymäversio vähentää asteittain käyttäjän ratkoessa tehtäviä. Tutkimuksessa käytössä olleen ohjelman antamat havaintoavut oli jaoteltu kolmeen tasoon ratkaistujen palapelien määrän mukaan. Ensimmäisellä tasolla (tehtävät 1-14) on käytössä kaikki havaintoavut, haamukuva, apukaari, astelukema ja säätöjanat, aivan kuten KS-versiossakin. Toisella tasolla (tehtävät 15-24) haamukuvaa ei enää näytetä, mutta apukaari, kierron astelukema ja säätöjanat auttavat edelleen käyttäjää. Kolmannella tasolla (tehtävät 25-43) käyttäjä saa vihjeeksi muokatavan kappaleen tulevasta sijainnista ainoastaan muunnoksen astelukeman sekä muunnosparametrien säätöön käytettävät janat.



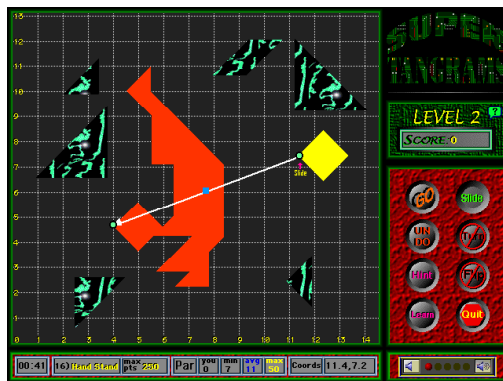
Taso:	1	2	3
Tehtävät:	1-14	15-24	25-43

Kuva 7. RKS-version tarjoaman visuaalisen palautteen muuttuminen tehtävien ratkomisen edistyessä. (Sedighian *et al.* 2001)

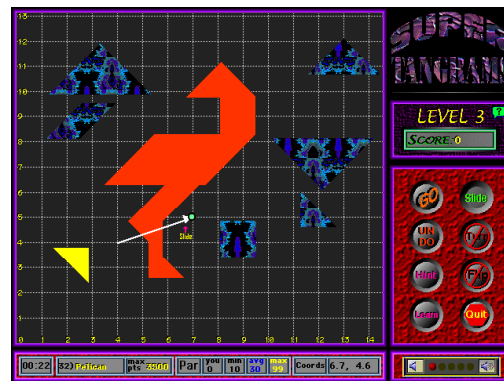
Kuvissa 8a, b ja c kuvataan kappaleen siirtämisestä saatavan visuaalisen palautteen muuttumista tasoilla 1, 2 ja 3. Kuvassa 8a (taso 1) näkyvää kappaleen muunnoksen jälkeistä sijaintia kuvaavaa haamukuvaa ei toisella tasolla kuvassa 8b enää näy, mutta kappaleen muunnosliikkeen näyttävä nuoli ja sen keskikohdan osoittava merkki ovat vielä käyttäjän apuna. Tasolla 3 (kuva 8c) ohjelman tarjoama visuaalinen palaute on minimoitu, jolloin kappaleen muunnosliikettä kuvaava nuolikin on katkaistu.



(a)



(b)



(c)

Kuvat 8a, b ja c. Visuaalisen palautteen väheneminen RKS-versiossa kappaletta siirrettäessä. (Sedighian & Westrom 1997b)

2.4. Tutkimus

Tässä kohdassa kerrotaan Sedighianin, Klawen ja Westromin (2001) tutkimuksesta. Tutkimuksesta kertovan artikkelin joitakin puutteellisia kohtia on täydennetty tekijöiden muista samaan tutkimukseen liittyvistä artikkeleista. Nämä kohdat on merkitty tekstiin asianmukaisin viittauksin.

Tutkimus suoritettiin vuonna 1997 erään Vancouverin ylempikeskiluokkaisen lähialueen koulun tilapäisessä tietokonehuoneessa, joka oli sijoitettu pieneen huoneeseen (n. 11m²) luokkahuoneen viereen, väliseinä erotti tutkimushuoneen luokkahuoneesta. Huoneessa oli kahdeksan Apple Macintosh Performa -tietokonetta, jotka oli sijoitettu kolmelle pitkälle pöydälle, kaksi tai kolme konetta yhtä pöytää kohti. Tutkimusryhmien kaikki sessiot ja haastattelut suoritettiin tässä samaisessa huoneessa, ainoastaan muunnosgeometriakoe tehtiin varsinaisessa luokkahuoneessa.

Koehenkilöt

Koehenkilöiksi tutkimukseen valittiin oppilaita koulun kahdelta eri luokalta. Koehenkilöt olivat 11- ja 12-vuotiaita lapsia, joista 21 oli tyttöjä ja 23 poikia. Toinen luokista oli sekaluokka, johon kuului sekä kuudes- että seitsemäsluokkalaista, mutta ainoastaan kaikki luokan 15

kuudesluokkalaista osallistuivat tutkimukseen. Toisella tutkimukseen osallistuvalla luokalla oli ainoastaan kuudesluokkalaisia, jotka kaikki 29 osallistuivat tutkimukseen.

Yksikään tutkimukseen osallistuneista 44 oppilaasta ei ollut käyttänyt mitään käytetyn opetuspelin versiota aikaisemmin. Lisäksi tutkimuksessa oli mukana eri koulusta valittu kontrolliryhmä, luokallinen kuudesluokkalaisia, johon kuului 20 oppilasta, 8 tyttöä ja 12 poikaa. Kontrolliryhmän avulla oli tarkoitus analysoida ja mitata tutkimuksessa käytetyn muunnosgeometriakokeen luotettavuus tehtäessä se kahdesti, jotta kokeen toistamisen vaikutukset saatiin selville. (Sedighian *et al.* 2001, Sedighian & Westrom 1997b)

Aineistonkeruu

Tutkimuksessa käytettiin viittä eri menetelmää vuorovaikutustapojen tehokkuuden ja suunnittelupiirteiden arvioimiseen: *muunnosgeometriakoetta, kyselylomaketta, välitöntä tarkkailua, videointia ja henkilökohtaisia haastatteluja*. Menetelmien oli tarkoitus auttaa toistensa ristiinvarmentamisessa.

Muunnosgeometriakokeen oli tarkoitus mitata oppilaiden kaksiulotteisen muunnosgeometrian kokonaisymmärtämystä, jotta eri käyttöliittymätyyppien vaikutuksia oppimiseen voitaisiin pätevästi vertailla keskenään. Kokeen tehtävät oli laadittu siten, että kuka tahansa muunnosgeometriaa opetteleva olisi voinut tehdä ne riippumatta siitä, oliko tämä käyttänyt tutkimuksessa ollutta opetusohjelmaa vai ei. Kokeen tarkoitus oli siis testata lasten matemaattisesti täsmällistä tietoutta muunnosgeometriasta, ei heidän omaa intuitiivista ymmärrystään kappaleiden siirtämisestä, kiertämisestä ja kääntämisestä. Kokeessa oli 51 kysymystä, joiden vaikeustaso vaihteli olemassaoleviin standardoituihin testeihin verrattuna hyvin helposta hyvin vaikeaan. Tehtävistä 49 oli monivalintatehtäviä ja loput kaksi tehtävää vaativat vastauksen piirtämistä paperille (Sedighian & Westrom 1997b).

Kyselylomake sisälsi kysymyksiä, joiden vaatimat vastaukset vaihtelivat täsmällisistä kysymyksistä (esim. "Mille tasolle pääsit?"), omaan havainnointiin (esim. "Minusta tuntui, että haamukuvan puuttuminen sai minut turhautumaan ja hämmentymään."). Kyselylomakkeella kerättiin sekä määrällistä että laadullista aineistoa, eri luontoisten aineistojen oli tarkoitus vahvistaa toistensa tuloksia. Monen kysymyksen lopuksi oli "selitä miksi" -kehote, joka houkutteli vastaajia kirjoittamaan avoimia vastauksia. Kyselylomakkeen kysymykset riippuivat osittain koehenkilön käyttämästä käyttöliittymäversiosta, esimerkiksi edellä olevaa kysymystä haamukuvasta ei tietenkään kysytty OS-versiota käyttäneeltä koehenkilöltä (Sedighian & Westrom 1997b).

Tarkemmat haastattelut, jotka myös videoitiin tarkempaa analysointia varten, tehtiin 20 prosentille oppilaista joka ryhmässä (3 henkeä). Haastattelujen tarkoitus oli hankkia lisätietoa muunnosgeometriakokeen ja kyselylomakkeen vastauksista sekä selittää määrällistä aineistoa.

Välitön tarkkailu piti sisällään koetilanteiden seuraamisen, videoimisen ja videolokin laatimisen. Lisäksi huomiota kiinnitettiin oppilaiden vuorovaikutukseen eri käyttöliittymätyyppien kanssa: kuinka paljon heidän piti nähdä vaivaa palapelien ratkaisemiseksi, mitkä

suunnittelupiirteet kiinnittivät eniten heidän huomiotaan sekä miten ja minkä vuoksi oppilaat menettivät kiinnostuksensa toimintaan.

Myös opetusohjelma teki käytön aikana omaa lokitiedostoaan ohjelman ja oppilaan vuoro-vaikutuksesta, mikä sisälsi tiedot kunkin palapelin ratkaisuun tarvittujen siirtojen, selvitettyjen palapeliin ja valittujen muunnosoperaatioiden lukumääristä ja kunkin palapelin ratkaisemiseen käytetyn ajasta.

Tutkimusasetelma

Tutkimuksen 44 varsinaista koehenkilöä jaettiin kolmeen ryhmään, joissa oli 15 (OS-versio), 14 (KS-versio) ja 15 (RKS-versio) oppilasta. OS- ja KS-ryhmät jaettiin satunnaisesti toisena tutkimusryhmänä olleesta kokonaisesta kuudennesta luokasta, RKS-ryhmäksi valittiin kaikki yhdysluokalla olleet kuudesluokkalaiset. Taulukosta 1 näkyy poikien ja tyttöjen jakauma eri ryhmissä. Kaikilla kolmella ryhmällä oli sama tehtäväjärjestys ja jokaisella tehtävällä kiinteä pistearvo, jonka pelaaja saa ratkaistuaan palapelin.

Ryhmä	Tytöt	Pojat
RKS	9	6
KS	6	8
OS	6	9
Yhteensä	21	23

Taulukko 1. Poikien ja tyttöjen jakauma eri ryhmien välillä. (Sedighian & Westrom 1997b)

Opettajat jakoivat oppilaat pareihin, joista jokainen käytti ohjelmaa omalla koneellaan kymmenenä 40 minuutin kertana peräkkäisinä koulupäivinä. Ensimmäisellä käyttökerralla oppilaat tutustutettiin lyhyesti ohjelmaan ja sen toimintaan, minkä jälkeen he käyttivät loppuajan tutkimuksesta ohjelmaa ilman aikuisten apua. Tutkimukseen käytetyssä tietokonehuoneessa oli paikalla ainoastaan yksi henkilö tarkkailemassa kokeen kulkua ja tekemässä muistiinpanoja, valmiina auttamaan tehtävien ratkaisemiseen liittymättömissä ongelmissa (Klawe 1998).

Kaikki oppilaat suorittivat ennen ohjelman käytön aloittamista muunnosgeometriakokeen, käyttivät sen jälkeen yhtä versiota ohjelmasta kymmenenä päivänä, tekivät välittömästi viimeisen käyttökerran jälkeen saman muunnosgeometriakokeen uudelleen ja täyttivät lopuksi kyselylomakkeen. Tutkimusta edeltävän ja pelin käyttökertojen jälkeisen muunnosgeometriakokeen tekemiseen oppilailla oli aikaa 40 minuuttia. Oppilaille kerrottiin, että testeillä ei ole mitään vaikutusta heidän matematiikan arvosanoihinsa. Lisäksi heitä pyydettiin pidättäytymään yrittämästä arvata vastauksia kysymyksiin, joihin eivät osanneet vastata, jottei tällä olisi tuloksia vääristävää vaikutusta tutkimukseen.

Tulokset

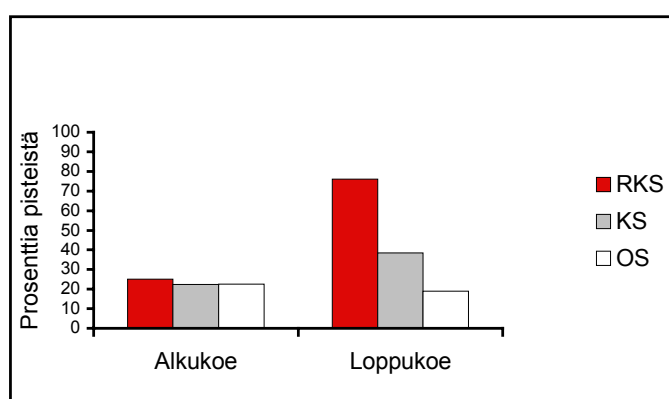
Tutkimuksen tulokset osoittavat, että RKS-käyttöliittymä oli tehokkaampi opettaja kuin KS-käyttöliittymä. KS-käyttöliittymä puolestaan oli normaalia OS-käyttöliittymää tehokkaampi

opettaja. Taulukosta 2 näkyy, että alku- ja loppumuunnosgeometriakokeiden välillä RKS-ryhmä paransi tulostaan 51,1%, kun KS-ryhmän tulos parani 16,1%. Hieman yllättäen OS-ryhmän keskiarvoinen tulos puolestaan huononi alku- ja loppukokeiden välillä 3,6%. Kontrolliryhmän alkukokeen tulos on huomattavasti parempi kuin muiden verrokkiryhmien, mikä saattaa johtua oppilaiden erilaisista taustoista (Klawe 1998). Kontrolliryhmän alku- ja loppukokeesta saamien pistemäärien pieni ero kuitenkin kertoo, että geometriakokeen toistaminen ei vaikuta kokeen tuloksiin.

Ryhmä	Geometria- koe	Keskiavo (%)	Mediaani (%)
RKS	Alkukoe	25,0	25,2
	Loppukoe	76,1	85,4
KS	Alkukoe	22,3	16,7
	Loppukoe	38,4	37,3
OS	Alkukoe	22,5	22,0
	Loppukoe	18,9	18,0
Kontrolliryhmä	Alkukoe	45,1	41,8
	Loppukoe	44,0	39,3

Taulukko 2. Muunnosgeometriakokeen tulokset. (Sedighian *et al.* 2001, Klawe 1998)

Kyselylomakkeiden ja haastattelujen avulla kerätty laadullinen aineisto tuki geometriakokeen oppimistuloksista saatuja tuloksia. Lisäksi tarkkaillessaan eri ryhmien toimintaa ja lasten keskusteluja tehtävien ratkonnassa aikana, tutkijat havaitsivat, että eri käyttöliittymätyypeillä oli huomattava ja konkreettinen vaikutus oppilaiden muunnosgeometrisen käsityskyvyn kehittymiseen.



Kuva 9. Alku- ja loppugeometriakokeiden vertailu. (Sedighian & Westrom 1997b)

Kuvassa 9 verrataan taulukon 2 eri käyttöliittymäversioiden käyttäjien alku- ja loppugeometriakokeessa saatuja pistemääriä. Kuvasta näkyy selvästi, että kaikkien kolmen testiryhmän oppilaat ovat olleet lähes täysin samalla tasolla alkukoea tehdessään ennen opetusohjelman käyttämistä, mutta käyttökertojen jälkeen vasemmanpuoleinen RKS-ryhmä on paran-

tanut koetulostaan selvästi enemmän kuin KS- ja OS-ryhmät. OS-ryhmän tulos jopa huononi opetusohjelman käytön aikana.

Yhdeksi syyksi perinteisen OS-käyttöliittymän tuloksia jopa huonontavasta vaikutuksesta oppimiseen tutkijat esittävät sen, että erilaisten ratkaisujen kokeileminen oli käyttöliittymällä niin helppoa, etteivät oppilaat pysähtyneet pohtimaan tekojaan – kunhan raahailivat palapelin paloja edestakaisin ja kokeilivat onneaan. RKS- ja KS-käyttöliittymät puolestaan tarjosivat pienen viiveen muuntoparametrien säätämisen ja varsinaisen muuntokomennon antamisen välille, jolloin oppilaat ehtivät miettiä siirtojaan hetken ennen niiden lopullista toteuttamista. RKS-versiossa tämä viive luonnollisesti korostui oppilaiden edetessä tehtävien ratkomisessa käyttöliittymän antaman palautteen vähetessä ja vaati samalla pohtimaan muunto-operaation vaikutusta vieläkin enemmän.

Taulukosta 3 näkyy kuitenkin, että eroa valmiiksi asti saatujen palapeliä keskimmäisessä yhteismäärässä kaikilla käyttökerroilla OS- ja KS-versioiden välillä ei ollut kuin kymmenen kappaletta OS-versiota käyttäneiden hyväksi. Tämä johtunee siitä, että OS-version käyttäjät tekivät paljon turhaa työtä useampia vääriä ratkaisuja yrittäessään. RKS-versiota käyttäneet koehenkilöt eivät puolestaan saaneet valmiiksi keskimäärin kuin 31 palapeliä, eli yli puolet vähemmän kuin toiset ryhmät keskimäärin, koska käyttöliittymä vaatii osakseen paljon enemmän ajattelua kappaleiden käsittelemiseksi. Taulukossa esiintyvät ratkaistujen tehtävien määrät ovat suoraan ohjelman tuottamista lokitiedostoista.

Ryhmä	Ratkaistut tehtävät
OS	78
KS	68
RKS	31

Taulukko 3. Ryhmien tutkimuksen aikana keskimäärin ratkaisemien tehtävien lukumäärät.

(Sedighian *et al.* 2001)

Koehenkilöiden omaa kokemusta tehtävien ratkaisutavoista kysyttiin kahdella toisensa vahvistavalla kysymyksellä. Ensimmäinen kysymys oli ”Suurimman osan aikaa minun piti todella pohtia, kuinka liikutan palaa, en voinut vain siirtää sitä sen kummemmin ajattelematta.” ja toinen ”Oli helpompi ja nopeampi ratkaista tehtäviä arvaamalla kuin laskelmoida jokainen siirto.” Taulukosta 4 on nähtävissä kyselyn tulokset. RKS-version käyttäjistä lähes kaikki, 93 prosenttia, arvioivat ratkaisseensa tehtävät pohtimalla eikä yksikään kieltänyt tätä, ja 87 prosenttia kielsivät yrittäneensä ratkoa tehtäviä arvaamalla, kun ainoastaan 6,5 prosenttia myönsi tämän. Tulos on selkeästi parempi kuin KS- ja OS-versioiden käyttäjien vastaava, heistä hieman yli puolet kertoi ratkaisseensa tehtävät pohtimalla ja viidennes ei, ja noin kolmannes kielsi yrittäneensä ratkaisua arvaamalla ja noin neljännes vastaajista myönsi tämän.

Ryhmä	Ratkaisu- tapa	Samaa mieltä (%)	Ei osaa sanoa (%)	Eri mieltä (%)
RKS	Pohdinta	93	6	0
	Arvaus	6,5	6,5	87
KS	Pohdinta	57	21,5	21,5
	Arvaus	21	43	36
OS	Pohdinta	53	27	20
	Arvaus	27	40	33

Taulukko 4. Koehenkilöiden oma kokemus tehtävienratkaisutavastaan. (Sedighian *et al.* 2001)

Koehenkilöiltä kysyttiin myös heidän asennettaan käyttämäänsä pelin versiota kohtaan muihin aiemmin käyttämiinsä opetusohjelmiin verrattuna. Taulukosta 5 näkyy kyselyn tulokset, joista on selvästi nähtävissä, että lähes kaikki koehenkilöt joko rakastivat ja pitivät käyttämästään pelin versiosta ja vain pieni osa RKS- ja KS-versioiden käyttäjistä ei osannut sanoa mielipidettään. Kukaan tutkimuksen koehenkilöistä ei inhonnut tai vihannut käyttämäänsä versiota Super Tangrams -pelistä. Koehenkilöt siis pitivät pelistä riippumatta siitä, kuinka vaikeaa tai vaativaa pelaaminen oli.

Ryhmä	Rakasti (%)	Piti (%)	Ei osannut sanoa (%)	Inhosi (%)	Vihasi (%)
RKS	40	53	7	0	0
KS	43	43	14	0	0
OS	40	60	0	0	0

Taulukko 5. Ryhmien asenne käyttämäänsä versiota kohtaan. (Sedighian *et al.* 2001)

2.5. Päätelmät

Tässä luvussa tarkasteltiin yksinkertaisen Super Tangrams -tietokonepelin vaikutusta lasten oppimiseen kaksiulotteisesta muunnosgeometriasta. Peli oli suorakäyttöinen palapeli, jonka paloista piti niitä siirtämällä, kiertämällä ja kääntämällä muodostaa ennalta määrättyjä muotoja. Tutkimuksessa pyrittiin osoittamaan, että suorakäyttöinenkin opetusohjelma voi olla tehokas opettaja, kun sen käyttöliittymä on oikein suunniteltu. Oma osansa tutkimuksessa oli myös asteittaisella tehtävistä saatavan visuaalisen palautteen vähentämisellä, jonka huomattiin tehostavan oppimista huomattavasti.

Sedighianin ja muiden (2001) tutkimus osoittaa selvästi, että opetusohjelmien käyttöliittymien suunnittelulla on ratkaiseva osa käyttäjiensä oppimiseen. Myös Golightlyn ja muiden (1996) tutkimus tukee tätä tulosta. Voidaan siis oikeutetusti sanoa, että käyttöliittymä määrää hyvin pitkälle oppijoiden mielenkiinnon ja ajattelun suuntautumista opetettavaan aiheeseen. Svendsen (1991) esittää, että komentopohjainen käyttöliittymä ohjaa käyttäjää enemmän oivaltavaan oppimiseen, kun suorakäyttöinen käyttöliittymä puolestaan houkuttelee

käyttäjää yritys-erehdys -oppimiseen. Svendsen kuitenkin samalla myöntää, että eri opetustarkoituksiin sopii eriluonteiset käyttöliittymät. Opetusohjelmissa ei täten kannata normaalien käyttöliittymien tapaan kiinnittää huomiota ainoastaan käytön helppouteen ja tehokkuuteen, vaan on otettava aiempaa paremmin huomioon myös oppijan huomion keskittyminen varsinaiseen oppimistehtävään (Sedighian *et al.* 2001, Golightly 1996).

Voidaan siis perustellusti sanoa, että opetusohjelmissa suorakäyttöisen käyttöliittymän palautteen tulee olla välitöntä ja johdonmukaista (pieni etäisyys järjestelmästä päämäärään), mutta käyttöliittymän käytön on perinteisistä malleista poiketen parempi olla monimutkaisempaa (normaalia suurempi etäisyys päämäärästä järjestelmään) ja keskittyä enemmän ongelman esittämiseen kuin sen ratkaisemiseen auttamiseen. Tällöin oppilaat ehtivät miettiä ratkaisujaan kauemmin ja joutuvat samalla ajattelemaan edessään olevaa ongelmaa perusteellisemmin, eikä tehtävän ratkaisu arvaamalla enää kiinnosta. Myös oppilaiden motivointiin tulisi kiinnittää aiempaa enemmän huomiota, etenkin tämän luvun tutkimuksessa huomion kohteena olleessa matematiikassa, jonka oppilaat usein tuomitsevat turhana ja liian teoreettisena aineena.

Sedighianin ja muiden (2001) tutkimuksessa kumoutuu myös usein esitetty väite, jonka mukaan lapset haluavat päästä koulutöistään mahdollisimman helpolla; oppilaiden mukaan Super Tangrams -pelin reflektiivinen käyttöliittymä oli kahta muuta versiota selvästi haastavampi käyttää, mutta tarjosi silti huomattavasti paremmin motivoivan alustan muunnosgeometrian peruskäsitteiden oppimiselle. Lähes poikkeuksetta tutkimukseen osallistuneet oppilaat nauttivat pelaamisesta, vielä enemmän kun huomasivat siitä olevan heille käytännön hyötyä – matematiikan opiskelustakin tuli samalla mukavaa. Ilmeisesti tutkitut oppilaat todella pitivät ongelmien ratkaisusta ja olivat siten valmiit tekemään jopa huomattavastikin enemmän työtä ongelmien ratkaisemiseksi vaikeammalla käyttöliittymällä. Sedighian ja muut (2001) ehdottavatkin, että RKS-käyttöliittymään voisi lisätä neljännen visuaalisen palauteen tason, jossa kappaleen ominaisuuksia muokattaisiin tekstipohjaisella käyttöliittymällä. Tällöin ongelman käsitteellistäminen jatkuisi edelleen ja oppija voisi siirtyä aina uudelle ja vaativammalle tasolle opittuaan edellisellä tasolla tarpeeksi.

Esitellyssä tutkimuksessa (Sedighian *et al.* 2001) myös oli muutamia kyseenalaisia tekijöitä, joita voi oikeutetusti kritisoida. Esimerkiksi RKS-version käyttäjiksi otettiin kaikki yhdysluokan kuudesluokkalaiset, jotka olivat opiskelleet yhdessä vuotta vanhempien kanssa. Tämän vaikutusta tutkimustuloksiin ei oltu mielestäni riittävästi selvitetty, joskin alku- ja loppugeometriakokeet olivat tottakai tasapuolisia kaikille. Edelliseen liittyen, artikkelissa ei kerrottu, olivatko kaikki koehenkilöt saaneet samanlaista ja samantasoista opetusta ennen testiin osallistumistaan; kirjoittajat painottivat ainoastaan, että tutkimuksen aikana ja kolmea kuukautta sitä ennen oppilaille ei opetettu muunnosgeometriaa. Lisäksi koehenkilöt oli tutkimuksessa jaettu opettajien avustuksella pareihin, mutta ainoatakaan mainintaa parien osapuolten työnjaosta, matemaattisesta lahjakkuudesta tai käyttäytymisestä en löytänyt yhdestäkään tutkimusta sivuavasta raportista.

Myös Klawe (1998) kritisoi tutkimusta omalta osaltaan. Hän esittää artikkelissaan neljä tekijää, joilla saattoi olla vaikutusta saatujen tulosten suuriin eroihin käyttöliittymien välillä. Nämä tekijät ovat: koulun tyyppi (ylempikeskiluokkainen, jossa vain vähän siirtolaistaustaisia oppilaita), valvojan läsnäolo pelien käyttötilanteissa (Sedighian, kiinnostunut ja innokas tarkkailija), tietokonehuoneen tiivis järjestely (kahdeksan konetta noin 11 neliömetrin tilassa) ja pelin käyttökertojen tiheys (kerran päivässä). Jatkotutkimuksien perusteella Klawe (1998) otaksuu, että etenkin pelin käyttökertojen harventaminen kertaan viikossa vaikuttaa oppilaiden oppimistuloksiin negatiivisesti. Klawe toteaa kuitenkin, että myös tilalla, jossa koe järjestetään, aikuisten osallistumisaktiivisuudella koetilanteessa ja oppilaiden siirtolaistaustalla saattaa olla oma vaikutuksensa oppimistuloksiin.

E-GEMS -projekti on edelleen käynnissä ja se on tuottanut useita pelejä luvussa 3 esitellyn The Incredible Machinen ja tässä luvussa esitellyn Super Tangrams in lisäksi. Yksi edellisiä uudempia opetusohjelmia on 9-14 -vuotiaille tytöille tarkoitettu *Phoenix Quest*, jossa seikkaillaan eksoottisella saarella ratkaisten eteen tulevia tehtäviä. Peli rohkaisee yhteispelaamiseen ja ongelmien ratkomiseen ryhmissä. Uusimmat projektin pelit ovat *Island* ja *Avalanche*, joista *Island* on peruskoululaisille tarkoitettu simulaattori, jossa eletään saarella luoden yhteisöä toisten pelaajien kanssa ja ratkotaan eteen tulevia ongelmia. *Avalanche* puolestaan on seikkailu-ongelmanratkaisupeli, jossa kerätään pelastusmiehistö, jonka tarkoitus on löytää lumivyöryn aikana kadonneita laskettelijoita ja estää uusi uhkaava lumivyöry. Kaikista E-GEMS -projektin tekemistä tutkimuksista ja peleistä löytyy enemmän tietoa projektin kotisivulta osoitteesta <http://taz.cs.ubc.ca/egems/home.html>.

Suorakäyttöä on tässä raportissa käsitelty myös Kuussalon (luku 3) ja Höysniemen (luku 4) seminaaritöissä. Kuussalon työssä vertaillaan kahden erilaisen vuorovaikutustavan vaikutusta lasten hiirenkäytön nopeuteen, saavutuksiin ja motivaatioon. Höysniemen seminaarityö puolestaan vertaa neljän eri suorakäyttöisen tekstinsyöttötavan soveltuvuutta lasten käyttöön eri tilanteissa.

Lähdeluettelo

- E-GEMS (2001). Electronic-Games for Education in Math and Science Homepage. <<http://taz.cs.ubc.ca/egems/home.html>>. Viitattu 6.1.2002.
- Foley, J.D., Wallace, V. & Chan, P. (1984). The human factors of computer graphics interaction techniques. *IEEE Computer Graphics and Applications*, November 1984, 13-48.
- Golightly, D. (1996). Harnessing the interface for domain learning. *Proceedings of CHI 1996, Conference Companion: Human Factors in Computing Systems*, Vancouver, Canada, 37-38.
- Golightly, D., Gilmore, D., Churchill, E. (1996). Puzzling interfaces: the relationship between manipulation and problem solving. *Adjunct Proceedings of the 11th British Computer Society Annual Conference on Human Computer Interaction, HCI'96*, A. Blandford & H. Thimbleby (Eds.), Middlesex University Press. <http://www.psychology.nottingham.ac.uk/~dag/HCI96_txt.htm>. Viitattu 6.1.2002.

- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. (1999). Tutkiva oppiminen. *Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen*. WSOY, Helsinki.
- Holst, S. (1996). Directing learner attention with manipulation style. *Proceedings of CHI 1996, Conference Companion: Human Factors in Computing Systems*, Vancouver, Canada, 43-44.
- Hutchins, E., Hollan, J. & Norman, D.A. (1986). Direct manipulation interfaces. *User Centered System Design*, D.A. Norman & S.W. Draper (Eds.), 87-124.
- Klawe, M. (1998) When does the use of computer games and other interactive multimedia software help students learn mathematics? *Proceedings of NCTM Standards 2000 Technology Conference*, Arlington. <<http://taz.cs.ubc.ca/egems/papers/UCSMP.doc>>. Viitattu 6.1.2002.
- Klawe, M. (1999). Computer games, education and interfaces: The E-GEMS project. *Proceedings of the Graphics Interface 1999*, Kingston, Canada. <<http://taz.cs.ubc.ca/egems/papers/GI99Klawe.doc>>. Viitattu 6.1.2002.
- Sedighian, K. (1997). Challenge-driven learning: A model for children's multimedia mathematics learning environments. *Proceedings of ED-MEDIA 1997: World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia*, Calgary, Canada. <<http://taz.cs.ubc.ca/egems/papers/kamran5.doc>>. Viitattu 6.1.2002.
- Sedighian, K. & Klawe, M. (1996). Super Tangrams: A child-centered approach to designing a computer supported mathematics learning environment. *Proceedings of the Second International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 1996*, Northwestern University, 490-495. <<http://www.cs.ubc.ca/nest/egems/papers/ICLS96.doc>>. Viitattu 6.1.2002.
- Sedighian, K., Klawe, M. & Westrom, M. (2001). Role of interface manipulation style and scaffolding on cognition and concept learning in learnware. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 8 (1), 34 - 59.
- Sedighian, K. & Westrom, M. (1997a). Designing interactive educational software for children: Some lessons learned. <<http://www.cust.educ.ubc.ca/Westrom/DIS97/>>. Viitattu 6.1.2002.
- Sedighian, K. & Westrom, M. (1997b). Direct object manipulation vs. direct concept manipulation: Effect of interface style on reflection and domain learning. *Proceedings of the European Conference on Human-Computer Interaction: People and Computers XII (HCI'97)*, Bristol, UK, 337-358. <<http://www.cs.ubc.ca/nest/egems/papers/kamran6.doc>>. Viitattu 6.1.2002.
- Shneiderman, B. (1982). The future of interactive systems and the emergency of direct manipulation. *Behaviour and Information Technology* 1 (3) 1982, 237-256.
- Svendsen, G.B. (1991). The influence of interface style on problem solving. *International Journal of Man-Machine Studies* 35 (3), 379-397.
- Ziegler, J.E. & Fähnrich, K.-P. (1988). Direct manipulation. *Handbook of Human-Computer Interaction*, M. Helander (Ed.), Elsevier Science Publishers B.V., 123-133.

3. Hiiri vuorovaikutuksen välineenä

Tiina Kuussalo

3.1. Johdanto

Tietokoneohjelmissa käyttäjän ja ohjelman vuorovaikutustavat vaihtelevat hiirtä käytettäessä. Yksi vuorovaikutustavoista on kommunikoida tietokoneohjelman kanssa hiirellä raahausmenetelmää (*Drag-and-Drop*) käyttäen ja toisessa vuorovaikutustavassa käytetään tietokoneohjelman kanssa kommunikointiin klikkausmenetelmää (*Point-and-Click*). Raahaus tarkoittaa sitä, että kohteeseen tartutaan painamalla hiiren painike pohjaan ja painiketta pohjassa pitäen siirretään hiiren kohdistin haluttuun paikkaan, jossa hiiren painike vapautetaan, jolloin kohde putoaa. Klikkaus tarkoittaa lyhyttä painikkeen napsautusta kohteen päällä: painike painetaan pohjaan ja vapautetaan saman tien. Tässä luvussa perehdytään empiirisiin kokeisiin, joissa tutkitaan lasten hiiren käyttöä – kumpi menetelmä, raahaus vai klikkaus, toimii lasten käytössä paremmin, kun tietokoneen ohjausvälineenä on hiiri.

Yleensä lapset näyttävät sopeutuvan olipa käytetty vuorovaikutusmenetelmä mikä tahansa. Tämä ei ole ideaali tilanne, koska jotkut lapset ovat kenties levottomia käyttäessään vuorovaikutusmenetelmää, joka ei tunnu mukavalta. Jotta voidaan suunnitella tehokkaita vuorovaikutustapoja, täytyy ymmärtää syvällisemmin keinot ja suhde tehtävän ja vuorovaikutustavan välillä käyttäjän näkökulmasta. Käyttäjän näkökulman huomioon ottaminen tarkoittaa, että emme voi olettaa lasten olevan sellaisia kuin aikuiset, tai tyttöjen samanlaisia kuin poikien.

Tämän seminaarityön tarkoituksena on pyrkiä selvittämään onko lapsen ja tietokoneen välisessä vuorovaikutuksessa toinen vuorovaikutusmenetelmä toista parempi vertaillaessa kahta erilaista vuorovaikutusmenetelmää. Seminaarityö perustuu Inkpenin (2001) tutkimusartikkeliin, joissa vertaillaan kahta erilaista vuorovaikutusmenetelmää lapsilla sekä Joinerin ja muiden (1998) tutkimusartikkeliin samasta aiheesta. Inkpenin tutkimuksen ensimmäisessä kokeessa käytettiin vuorovaikutteista oppimisympäristöä, The Incredible Machine peliä, jossa lapset pelasivat kahta erilaista versiota opetus-ongelmanratkaisupelistä. Tutkimuksen toisessa kokeessa käytettiin yksinkertaista hiirikontrolloitua ohjelmaympäristöä.

Joinerin tutkimuksessa käytettiin erilaisia variaatioita hiirikontrolloiduista ohjelmista. Inkpenin (2001) tutkimukset The Incredible Machine pelin käytöstä käsitellään kohdassa 3.3., pelistä yksinkertaistetun koeasetelman parissa kerätyt havainnot kohdassa 3.4. ja Joinerin ja muiden (1998) tutkimukset erilaisine koeasetelman muunnelmineen kuvataan kohdassa 3.5. sekä tutkimusten havaintojen päätelmät ja pohdinta kohdassa 5.6.

3.2. Taustaa

Lasten tietokoneen käyttöä on tutkittu jonkin verran. Strommen (1994) toi esiin tutkimuksissaan, että lasten oli vaikea pitää hiiren painiketta pohjassa pitkiä aikoja. Tämä vaikeutti esimerkiksi objektien siirtämiseen perustuvia tehtäviä, jos käytetty vuorovaikutusmenetelmä perustui raahaukseen. Monet tutkijat ovat havainneet, että tytöillä ja pojilla on esiintynyt eroja mitä tulee vuorovaikutukseen tietokoneen kanssa. Esimerkiksi Hall ja Cooper (1991) havaitsivat, että tytöt ja pojat ajattelivat tietokoneista erilailla. Lisäksi heillä oli erilainen motivaatio käyttää tietokoneita (Inkpen *et al.* 1994) ja erilaiset mieltymykset ja käyttötyyli (Lockheed 1985). Aikaisemmat tutkimukset ovat myös osoittaneet, että ohjelmistosuunnittelijat ovat antaneet omien sukupuolisten ennakkoluulojensa vaikuttaa ohjelmiston kehittämiseen (Huff & Cooper 1987) mikä on ehkä hidastanut lapsille, sukupuoleen katsomatta, sopivien ohjelmistojen kehitystä. MacKenzien ja muiden (1991) tutkimuksessa havaittiin, että vuorovaikutusmenetelmänä raahaus oli hitaampi kuin klikkaus ja virheitä esiintyi enemmän raahausmenetelmää käytettäessä. Inkpenin tutkijaryhmä halusi toistaa MacKenzien kokeen kolmesta syystä:

1. Nykypäivänä suoraikäyttöliittymät ovat yleisempiä kuin ne olivat vuonna 1991 ja näin ollen käyttäjien kokemukset ovat voineet muuttua,
2. MacKenzien tutkimukseen osallistui vain aikuisia ja ei voida olettaa, että tulokset olisivat samanlaisia lapsilla ja
3. sukupuolta ei huomioitu em. tutkimuksessa ollenkaan.

Vaikka erilaiset tietokoneen ohjauvälineet tulevat yleistymään, silti hiiri tulee säilymään vuorovaikutusvälineenä lapsilla niin kotona kuin koulussakin käytettävissä ohjelmissa. (Inkpen *et al.* 2001).

Inkpen (2001) tutki kahta lasten yleistä vuorovaikutusmenetelmää kommunikoida tietokoneen kanssa, raahausta ja klikkausta. Tutkimuksen kokeet tehtiin tiedemuseossa Vancouverissa, Kanadassa kesinä 1995 ja 1996. Science World on vuorovaikutteisen tieteen museo, missä lapset ja aikuiset voivat kokeilla erilaisia tieteellisiä konsepteja käytännössä. Tutkimukseen osallistuneet lapset olivat tiedemuseon vierailijoita, jotka vapaaehtoisesti osallistuivat kokeeseen. Välitön koealue sisälsi tietokoneen, joka oli asetettu pöydälle yleiseen tilaan niin, että se herätti muita näytteillä olevia kohteita tutkiskelevien vierailijoiden kiinnostuksen. Koealue sijaitsi pääkäytävällä, jossa oli lohkottu alue pienillä puomeilla tarjoten vähän yksityisyyttä tutkimukseen osallistuville lapsille. Lapset sijoitettiin suorittamaan koetehtäviä selät ohikulkijoihin päin, mikä auttoi vähentämään häiriötekijöitä kokeen aikana. Joiner ja muut (1998) sai tutkimuksessaan samankaltaisia tuloksia. Joinerin ja muiden (1998)

tutkimuksen tavoitteena oli tutkia lasten vuorovaikutusta siten, että analysoitiin kaikki suoritukset, eikä vain virheettömiä suorituksia, kuten joissakin aiemmissa Fittsin lakiin (Fitts 1954) perustuvissa tutkimuksissa. Inkpenin ja Joinerin tutkimuksissa pyrittiin selvittämään vuorovaikutusmenetelmän vaikutusta nopeuteen, saavutuksiin ja motivaation. Tutkimuksissa kartoitettiin myös eroja sukupuolten välillä ja lasten mieltymyksiä vertailtuna eri vuorovaikutusmenetelmissä.

Hiiren toiminnot ja virhetilanteet tutkimuksissa

Tässä seminaarityössä käsiteltävissä tutkimuksissa on tarkasteltu kahdenlaisia hiiren toimintoja: poimintaa ja pudotusta vertailtuna eri vuorovaikutusmenetelmissä. Sekä raahaus- että klikkausmenetelmässä tapahtui onnistunut poiminta, kun hiiren painike painettiin alas kohdistimen ollessa poimittavan objektin päällä. Vapautettiin hiiren painike poimittavan objektin sisällä vai ei, oli epäolennaista klikkausmenetelmässä. Kun objekti oli onnistuneesti poimittu, objektin pienoiskuva 'kiinnittyi' kohdistimeen tarjoten visuaalisena palautteena varmistuksen siitä, että objekti oli poimittu. Raahausmenetelmässä tarjottiin lisäksi kinesteettinen palaute lihasjännityksenä, jota tarvittiin pitämään hiiren painike pohjassa raahauksen ajan. Onnistunut objektin pudottaminen tapahtui klikkausmenetelmässä, kun kohdistimessa kiinni oleva pienoiskuva oli halutun kohteen päällä ja hiiren painike painettiin alas. Jälleen, vapautettiin hiiren painike kohdealueen sisällä vai ei, oli epäolennaista klikkausmenetelmässä. Raahausmenetelmässä onnistunut objektin pudotus tapahtui, kun kohdistimessa kiinni oleva kuva oli kohdealueen sisällä ja hiiren painike vapautettiin.

Kokeissa esiintyvien siirtotehtävien aikana esiintyi kahdenlaisia virheitä: poimintavirheitä ja pudotusvirheitä. Poimintavirhe tapahtui, kun hiirellä klikattiin poimittavan objektin ulkopuolella poimintasuorituksen aikana. Pudotusvirhe tapahtui klikkausmenetelmässä, kun hiirellä klikattiin kohteen ulkopuolella pudotussuorituksen aikana ja raahausmenetelmässä, kun hiiren painike vapautettiin kohteen ulkopuolella pudotussuorituksen aikana. Kummassakaan vuorovaikutusmenetelmässä poimintavirheen tapahtuessa ei lähdeobjektin eikä kohdistimen muutosta esiintynyt ja ainoa mahdollinen tapa jatkaa oli yrittää poimia objekti uudelleen. Kokeiden ohjelmistot käsitelivät pudotusvirheitä eri tavalla, kun käytettiin klikkausta vuorovaikutusmenetelmänä verrattuna raahausmenetelmään. Koska klikkausmenetelmä sisälsi kaksi erillistä toimintoa (yksi klikkaus poiminta, toinen klikkaus pudotus), virheen esiintyessä ei tarvinnut toistaa molempia toimintoja. Sen sijaan raahausmenetelmässä toiminto oli vain yksi fyysinen toiminto (painike alas poiminnassa, painike ylös pudotuksessa), joten virheellisen pudotuksen jälkeen ei ollut mahdollista vapauttaa painiketta uudelleen oikeassa kohdassa ennen sen painamista uudelleen alas. Kokeissa väärään paikkaan pudotettu objekti palautui alkuperäiselle paikalleen, kun käytettiin raahausta vuorovaikutusmenetelmänä. Lapsi joutui siis aloittamaan toiminnon kokonaan alusta, objektin poiminnasta. Eriyisen häiritsevää se oli kohdassa 3.3.1. esitellyn kokeen pelissä, kun yhdistämisobjektilla yhdistettiin useampia objekteja, virheen ilmetessä viimeisen objektin kohdalla. Uhkana ei ollut ainoastaan virheiden suurempi määrä

raahausmenetelmässä, vaan se oli sitä katkerampaa, mitä useamman onnistuneen raahauksen oli jo tehnyt, koska kaikki piti tehdä uudestaan virheen sattuessa. Tämä ongelma kohdattiin yhtenä ja se johti turhautumiseen ja saattoi heikentää lasten motivaatiota käytettäessä raahausmenetelmää.

3.3. Ongelmanratkaisupeli – The Incredible Machine (TIM)

Inkpenin (2001) tässä kokeessa käytettiin ohjelmistona ongelmanratkaisupeliä The Incredible Machine (josta jatkossa käytän lyhennystä TIM). TIM on Sierra On-Linen tuottama kaupallinen ongelmanratkaisupeli. Peli kehitettiin alunperin osana E-GEMS-projektia (Moffat 2001), johon kuuluu myös toinen tässä raportissa esitelty ohjelma, Super Tangrams-peli (Raisamo, tässä raportissa). TIM-pelin pääasiallinen tarkoitus, ainakin kuten tutkijat sitä käyttivät vuorovaikutteisessa oppimisympäristössä, oli tarjota lapsille mahdollisuus parantaa luovaa ongelmanratkaisutaitoaan. Kokeessa käytettiin kahta tietokonetta, joissa oli samanlaiselta näyttävä ja samanlaisia tehtäviä sisältävä TIM-peli. Toisen tietokoneen pelin kanssa lapsi kommunikoi raahausmenetelmää käyttäen ja toisen pelin kanssa vuorovaikutus tapahtui klikkausmenetelmällä. Kokeessa käytettiin pelin klikkausversiossa IBM 386 PC-konetta, järjestelmänä Windows 3.1, ja kolmenäppäimistä hiirtä sekä raahausversiossa Macintosh LCIII -konetta ja yksinäppäimistä hiirtä. Peli käytti vain yhtä hiiren painiketta, eikä painikkeiden määrällä näin ollen ollut vaikutusta tuloksiin. Molemmissa koneissa oli 14 tuuman värinäyttö. Kokeen tavoite oli määrittää em. vuorovaikutusmenetelmien vaikutus lasten saavutuksiin ja motivaatioon.

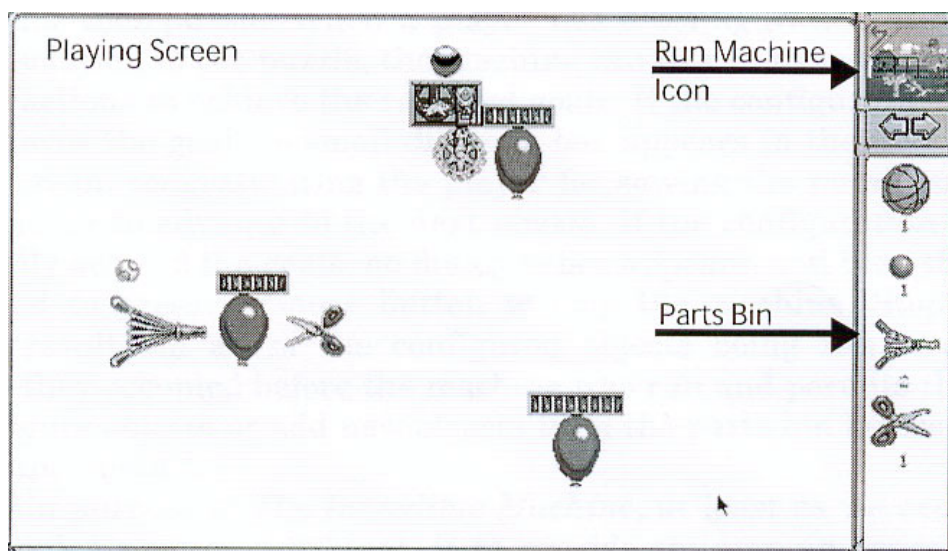
Koe tehtiin elokuun 1995 aikana. Osallistujina oli 189 iältään 9-13 vuotiasta tyttöä, jotka eivät olleet aiemmin pelanneet TIM-peliä. Koska aiemmissa tutkimuksissa oli tullut esiin, että sukupuoli usein vaikuttaa lasten ja tietokoneen väliseen vuorovaikutukseen (Inkpen 1997, Uptis & Koch 1996, Hall & Cooper 1991, Lockheed 1985, Wilder *et al.* 1985), haluttiin tämä ottaa kokeessa huomioon. Kuitenkin käytettävän ajan ollessa rajallinen, valittiin kokeeseen osallistujiksi ainoastaan yhtä sukupuolta, tyttöjä. Aiemmissa tutkimuksissa oli huomattu, että tytöillä oli vaikeuksia nimenomaan raahaustekniikassa, joten kokeen kohteena oli tyttöjen ja tietokoneen välinen vuorovaikutus. Ikäryhmä 9-13 valittiin, koska aiemmat havainnot olivat näyttäneet, että vaikka kaikenikäiset lapset nauttivat TIMin pelaamisesta, tavallisesti alle 9 vuotiailla lapsilla oli vaikeuksia pelata peliä ilman avustajaa. Lisäksi ikävaihtelu haluttiin pitää pienenä, joten yläikärajaksi asetettiin 13 vuotta. Havainnoiduista tytöistä 155 tyttöä pelasi TIM-pelin raahausversiolla ja loput 34 tyttöä klikkausversiolla. Syy ryhmien kokoeroon oli, että eräässä toisessa tutkimuksessa tarvittiin isompi otos ja nyt kerättävää aineistoa käytettiin myös tässä toisessa tutkimuksessa (Inkpen *et al.* 1995).

Kokeeseen osallistuneet tytöt asetettiin satunnaisesti tiettyä hiiren vuorovaikutusmenetelmää käyttävälle tietokoneelle pelaamaan. Istunto alkoi tutkijoiden tervehdyksellä, jonka jälkeen seurasi lyhyt verbaalinen esittely kokeesta ja TIM-pelistä, lyhyt käyttöliittymän harjoitusjakso ja sitten 30 minuuttia TIM-pelin pelaamista. Lapsille kerrottiin kokeen kestävän noin 30 minuuttia ja vanhemmilta pyydettiin osallistumislupa. Jotta saatiin vähennettyä

käyttöliittymään liittyviä ongelmia istunnon aikana, käyttöliittymän harjoitusjakso oli suunniteltu siten, että se opetti tytöille miten objekteja käsitellään ko. TIM-versiolla varustetulla koneella, jota pelaaja käytti. Harjoitusjakson jälkeen tytöille sanottiin, että he voivat suorittaa niin monta tehtävää kuin pystyvät 30 min. aikana. Tehtävän loputtua tyttöjä vaadittiin kirjaamaan aika milloin he saivat tehtävän valmiiksi ja peli antoi automaattisesti seuraavan tehtävän. Seuraavana esitellään tarkemmin kokeessa käytetty TIM-peli toimintoinen ja kokeen tuloksia.

TIM-pelin käyttöliittymä ja toiminta

TIM-pelin aloitusnäkyssä (kuva 1) oli kolme erilaista aluetta; pelialue, työkalulaatikko ja koneen kuvake, jota klikattaessa käynnistyi rakennettu kone. Pelattaessa peliä siirrettiin objekteja työkalulaatikosta pelialueelle. Tarkoitus oli rakentaa objekteista toimiva kone, joka suoritti annetun tehtävän. Esimerkiksi 'Siirrä kuula keräyspussiin', jolloin rakennettiin kone, jossa putoava pallo käynnisti liukuhihnan, joka kuljetti hihnalla olevan kuulun keräyspussiin. Kun pelaaja oli asetellut objektit pelialueelle, hän käynnisti koneen nähdäkseen toimiko kone oikein. Jos kokoonpano oli onnistunut ja kone toimi halutulla tavalla, pieni dialogiruutu tuli näkyviin pelialueen keskelle ja onnitteli pelaajaa onnistuneesta tehtävän ratkaisemisesta ja pelaaja saattoi edetä edistyneemmälle tasolle seuraavaan tehtävään. Jos kokoonpano ei ollut onnistunut, pelaajaa pyydettiin painamaan hiirellä kone sammuksiin. Kun kone sammutettiin, kaikki objektit palautuivat automaattisesti ennen käynnistystä olleille paikoilleen ja pelaajalle annettiin mahdollisuus asetella objekteja uudelleen sekä siirtää uusia objekteja työkalulaatikosta pelialueelle ennen koneen uudelleenkäynnistystä.



Kuva 1. TIM pelin aloitusnäky. (Inkpen 2001).

Pelin tavallisia objekteja (*regular objects*) olivat kaikki muut kuin yhdistämisobjektit, esimerkiksi ilmapallo, liukuhihna tai liukuhihnaa pyörittävä moottori. Peliversiossa, jota pelattaessa käytettiin vuorovaikutusmenetelmänä klikkausta, useimpia objekteista liikuteltiin

poimimalla ja pudottamalla objekti klikkaamalla. Pelin raahausversiossa useimpia objekteja liikuteltiin raahaamalla. Käytettäessä kumpaa tahansa esitettyä tekniikkaa, jos objekti pudotettiin muualle kuin se aiottiin asettaa, niin kauan kuin mainittu paikka oli pelialueella vapaana, asetui objekti pudotuspaikkaan. Jos paikalla oli jo toinen objekti, ei objektia voinut pudottaa ja käyttäjän tulkittiin tehneen virheen.

Tavallisten objektien lisäksi TIM pelissä oli *yhdistämisobjekteja (connector)*, kuten kuminauha ja köysi, joita käytettiin yhdistämään kaksi tai useampia objekteja. Pääasiallinen ero tavallisen ja yhdistämisobjektin välillä oli se, että yhdistämisobjekti täytyi kiinnittää kahden tai useamman objektin väliin yhdistäen objektit näin toisiinsa. Esimerkiksi moottori yhdistettiin liukuhihnaan ja näin saatiin liukuhihna liikkumaan. Yhdistämisobjekti ei siis voinut olla yksinään pelialueella. Yhdistämisobjektia liikutettiin pelin klikkausversiossa samaan tapaan kuin tavallisia objekteja. Pelin raahausversiossa yhdistämisobjekti poimittiin työkalulaatikosta päinvastoin kuin tavallinen objekti, klikkaamalla. Kun yhdistämisobjekti oli poimittu klikkaamalla, kohdistin siirrettiin ensimmäiseen haluttuun yhdistettävään kohtaan. Ensimmäinen objekti yhdistettiin toiseen siten, että raahattiin hiirellä ensimmäisestä objektista toiseen objektiin ja vapautettiin hiiren painike objektin päällä. Tästä saattoi jatkaa raahaamista kolmanteen objektiin ja niin moneen objektiin kuin oli tarpeen yhdistää. Jos yhdistämisobjektia raahasi muuten kuin yhdistettävien objektien välillä, seurasi virhe.

TIM-pelin kokeen tulokset

Saavutukset pelissä mitattiin sillä, pystyikö tyttö ratkaisemaan tehtäviä ja jos pystyi niin kuinka monta. Taulukosta 1 näkee kuinka tytöt selviytyivät pelin tehtävistä vertailtuna raahaus- ja klikkausmenetelmissä. Taulukossa on tietoa vain sellaisista tuloksista, jolloin tyttö pelasi täyden 30 min. jakson. Täyden 30 minuutin ajan pelanneista ja klikkausmenetelmää käyttäneistä tytöistä 25 % ei onnistunut suorittamaan yhtään tehtävää, kun taas raahausmenetelmää käyttäneistä 49 % ei onnistunut suorittamaan yhtään tehtävää. Kaikista kokeeseen osallistuneista pelaajista, mukaan laskettuna myös alle 30 minuuttia pelanneet, klikkausmenetelmää käyttäneistä 26 % ja raahausmenetelmää käyttäneistä 59 % ei onnistunut tehtävissä.

Käytetty menetelmä	Tyttöjen lukumäärä	Nolla tehtävää suorittaneiden lukumäärä	Nolla tehtävää suorittaneet %
Klikkaus	32	8	25 %
Raahaus	123	60	49 %

Taulukko 1. Ne tytöt, jotka pelasivat täyden 30 min. jakson, eivätkä suorittaneet yhtään tehtävää vertailtuna eri vuorovaikutusmenetelmissä. (Inkpen 2001).

Kun vertailtiin molemmilla vuorovaikutustavoilla 0-5 tehtävää suorittaneita, tytöt, jotka olivat käyttäneet klikkausmenetelmää, saivat parempia tuloksia kuin raahausmenetelmää käyttäneet. Näin ollen pelin klikkausversiolla pelanneet tytöt olivat menestyksekkäämpiä kuin raahausversiolla pelanneet.

Motivaatiota mitattiin sillä, miten kauan tyttö pelasi peliä. Vain 2 tyttöä 34:stä (6 %) klikkausmenetelmää käyttäneestä työstä ei pelannut täyttä 30 minuutin jaksoa, kun taas 32 tyttöä 155:stä (21 %), raahausmenetelmää käyttäneestä työstä pelasi alle 30 minuuttia. Näin ollen klikkausmenetelmää käyttäneet pelaajat olivat motivoituneempia pelaamaan peliä. Motivaation tulokset osoittivat myös, että raahausversiolla pelattaessa peli koettiin vaikeammaksi ja turhauttavaksi (raahaus oli aloitettava uudelleen virhetilanteissa).

TIM-peliin liittyvän kokeen tulosten mukaan näytti siltä, että hiiren klikkaus vuorovaikutusmenetelmänä käytettynä oppimisympäristössä oli tehokkaampi ja motivoivampi menetelmä kuin raahaus. Koska koe suoritettiin tyttöjen käyttäessä monimutkaista peliä, toteutuksen yksityiskohdat ja muut peliin liittyvät tekijät saattoivat vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin, joten haluttiin tehdä lisäko. Toinen koe suoritettiin pelkistetyssä ympäristössä pyrkien eliminoimaan tekijät, jotka voivat vaikuttaa kokeen tulosta vääristäen.

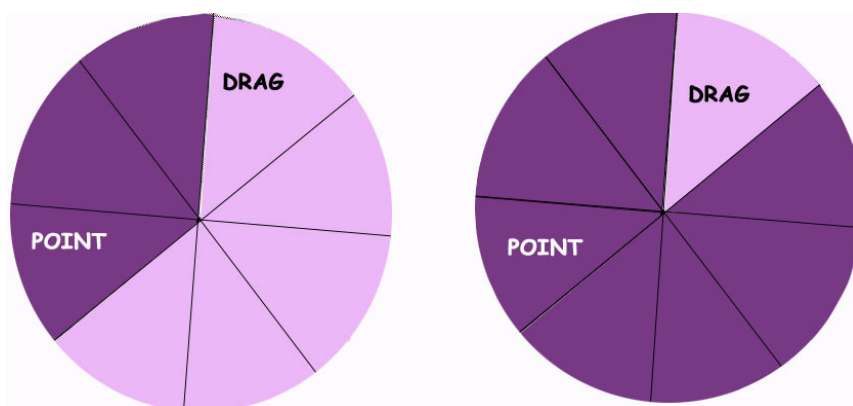
3.4. Hiirikoe yksinkertaistetussa ohjelmaympäristössä

Tässä kokeessa käytettiin yksinkertaistettua tietokoneohjelmaa, joka oli varustettu edellä esitellyn TIM-pelin tapaan erilaisilla toimivilla hiirillä klikkaus ja raahaus vuorovaikutusmenetelmänä, mutta ilman monimutkaista peliympäristöä. Lisäksi tutkijat pystyivät konfiguroimaan käytettyä ohjelmistoa, johon sisältyi mahdollisuus lisätä ohjelmistoon tiedon keruun ominaisuuksia, mikä ei ollut mahdollista kaupallista TIM-peliä käytettäessä. Kokeessa käytettiin Silicon Graphics työasemaa, joka oli varustettu kolminäppäimisellä hiirellä. Kokeen tavoite oli tutkia lisää TIM-pelin kokeessa löydettyjä eroja. Kokeessa tarkasteltiin sukupuolen ja vuorovaikutusmenetelmän lisäksi objektien kokoa ja niiden etäisyyttä toisistaan sekä suoritusaikaa, vuorovaikutusmenetelmän paremmuutta lasten mielestä ja virheiden tyyppiä. Suoritus aika kesti objektin poiminnasta sen onnistuneeseen pudotukseen. Paremmuus oli lasten asettamat mieltymykset hiiren vuorovaikutustapojen paremmuudesta piirakkakaaviolla. Virheet olivat epäonnistuneiden poimintojen ja pudotusten lukumäärä.

Koe suoritettiin elokuun 1996 aikana. Kokeeseen osallistui 67 lasta (34 tyttöä ja 33 poikaa), jotka olivat iältään 9-13 vuotiaita. Osallistujien ikä haluttiin pitää samana kuin TIM-pelin kokeessa. Tämän kokeen lapset eivät olleet samoja, kuin em. kokeeseen osallistuneet. Jokainen kokeeseen osallistunut lapsi käytti kahta erilaista hiiren vuorovaikutusmenetelmää suorittaessaan tehtäviä; klikkausta ja raahausta. Hiiren vuorovaikutusmenetelmän käytön järjestystä tasapainotettiin siten, että kummankin sukupuolen sisällä jakautui tasaisesti klikkausmenetelmää ensin käyttäneet ja vastaavasti raahausmenetelmää ensin käyttäneet.

Aluksi lapsi kokeili yhtä harjoitusta tutustuakseen hiiren menetelmään. Harjoituksen jälkeen lapsen pyydettiin suorittamaan sama tehtävä uudestaan niin nopeasti kuin mahdollista tekemättä yhtään virhettä. Lapsi suoritti kaikkiaan 16 siirtoa tehtäväjakson aikana. Jokaisen jakson suorituksen jälkeen tutkija aloitti uuden tehtäväjakson suorituksen painamalla näppäintä. Tämä antoi lapselle pienen tauon tehtäväjaksojen välillä. Jokainen lapsi suoritti 20 minuutin koejakson. Koejakson lopussa jokaiselta lapselta kysyttiin hänen mielipidettään hiiren vuorovaikutustapojen paremmuudesta. Helpottaakseen tätä arviointitehtävää lapsille,

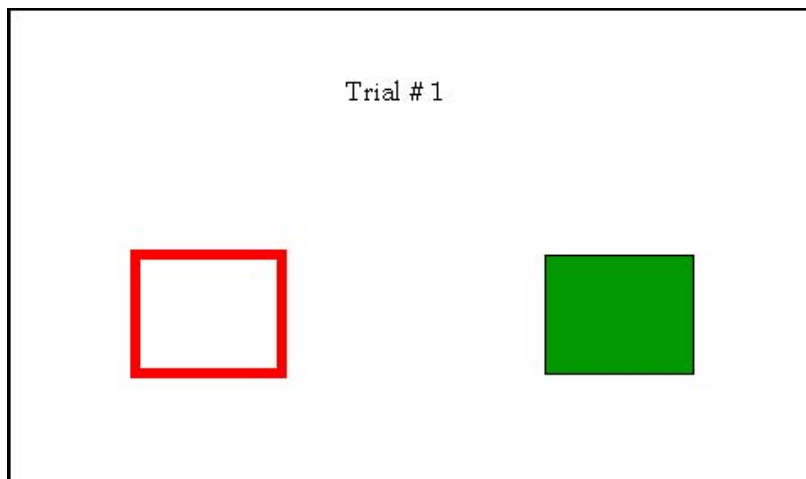
käytettiin apuna piirakkakaaviota. Piirakkakaavio koostui 8:aan osaan jaetusta ympyrästä. Osia oli kahta väriä. Hiiren vuorovaikutusmenetelmää esitettiin värillä, ja lapsi käänsi piirakkakaaviota siten, että siitä kävi ilmi kumpaa hiiren menetelmää hän piti parempana ja millaisella asteella. Kaaviosta (kuva 2) näkyi värimäärän perusteella millaiseksi vuorovaikutusmenetelmä oli arvioitu. Jos lapsi ei osannut pitää kumpaakaan menetelmää parempana, hän käänsi piirakkakaavion siten, että yhtä monta lohkoa näkyi kumpaakin väriä. Korkeampi astearvo kertoi lapsen mielestä ko. vuorovaikutusmenetelmän olevan parempi.



Kuva 2. Vasemmassa piirakkakaaviossa raahaus on saanut viisi pistettä ja klikkaus kolme. (Inkpen 2001).

Yksinkertaistetun ohjelman käyttöliittymä ja toiminta

Yksinkertaistetun ohjelman näkymä on kuvattu kuvassa 3. Ohjelman käyttöliittymässä oli vihreä täysin värjätty siirrettävä lähdelaatikko oikealla ja punaisella ääriviivalla kehystetty kohdelaatikko siirron kohteena vasemmalla (paikka näytöllä mihin lähdelaatikko tuli siirtää). Lasten täytyi käyttää hiirtä poimiakseen lähdelaatikon ja siirtääkseen sen kohdelaatikkoon ja pudottaa siirrettävä laatikko oikeaan kohtaan kohdelaatikon sisälle. Laatikoiden etäisyys oli joko 400 tai 800 pikseliä. Laatikot olivat kooltaan joko 32*32 tai 64*64 pikseliä. Tämä mahdollisti 8 erilaista kombinaatiota etäisyys*lähde*kohde suhteen. Valittua kahta kokoa vastaavat objektit löytyivät myös TIM-pelistä. Valittua kahta etäisyyttä vastasi TIM-pelissä tyypillinen objektin siirtämiseen tarvittava matka. Ohjelman toimintajakso sisälsi 16 objektin siirtotapahtumaa, 8 kummallakin vuorovaikutusmenetelmällä. Jokaisen jakson aikana lapsi suoritti kaikki mahdolliset objektien etäisyys*lähde*kohde kombinaatiot kaksi kertaa ja ne esitettiin satunnaisessa järjestyksessä kuitenkin niin, että tietyllä vuorovaikutusmenetelmällä tehtiin neljä siirtoa peräkkäin. Kulloisenkin siirtotapahtuman järjestysnumero näkyi näytön yläreunassa.



Kuva 3. Kokeessa lasten oli tarkoitus siirtää vihreä laatikko (kuvassa oikealla) punaisen laatikon (suorakaide vasemmalla) sisälle. (Inkpen 2001).

Ohjelmassa objektin siirto ja virheen käsittely tapahtui samoin kuin TIM-pelissä raahaus- tai klikkausmenetelmää käyttäen. Myös visuaalinen palaute toimi samoin; poimitun objektin pienoiskuva kiinnittyi kohdistimeen ja irtosi siitä, kun objekti pudotettiin haluttuun kohtaan. Kun lapsi oli suorittanut objektin siirtöyhteyksen onnistuneesti, järjestelmä 'piippasi' ja antoi jakson seuraavan siirtötehtävän automaattisesti. Ohjelma tallensi kaikki hiiren tapahtumat; painikkeen alas painalluksen ja vapautuksen sekä paikan näytöllä missä hiiren tapahtuma suoritettiin. Lisäksi tallentui suoritus aika.

Yksinkertaisen ohjelmaympäristön kokeen tuloksia

Tulokset olivat samanlaisia kuin aiemmin raportoidut tulokset aikuisilla: klikkaus vuorovaikutusmenetelmänä oli nopeampi, virheitä tehtiin vähemmän käytettäessä em. menetelmää, ja klikkaustavasta pidettiin enemmän. Keskimääräiset suoritusajat ja virheiden lukumäärät voi nähdä taulukosta 2. Mukaan on laskettu vain ne lasten yrityskerrat, joissa ei esiintynyt virheitä. Klikkaus vuorovaikutusmenetelmänä näyttäisi olleen nopeampi kuin raahausmenetelmä. Virheitä esiintyi enemmän raahausmenetelmää käytettäessä.

	Virheettömien suoritusten lukumäärä	Raahaus	Klikkaus
Suoritus aika (ms)	67	1342 ms (SD 224 ms)	1261 ms (SD 227 ms)
Virheiden lukumäärä	67	13,08 (SD 9,88)	10,58 (SD 10,10)

Taulukko 2. Suoritus aika ja virheiden määrä vertailussa. (Inkpen 2001).

Keskimääräiset luvut poiminta- ja pudotusvirheistä vertailtuna eri vuorovaikutusmenetelmissä on taulukossa 3. Poiminta- ja pudotusvirheitä analysoitiin tutkimalla esiin nousseita hiirenkäyttövirheitä. Poimintavirheissä vaikuttavana tekijänä oli hiiren vuorovaikutus-

menetelmä ja lähdelaatikon koko, sekä myös laatikoiden välinen etäisyys. Jatkoanalyysi paljasti vuorovaikutustavan merkittävän vaikutuksen pitkillä etäisyyksillä, mutta ei lyhyillä etäisyyksillä; pitkä välimatka lisäsi virheiden määrää. Pudotusvirheissä ei hiiren vuorovaikutustavalla havaittu olevan merkittävää vaikutusta, kun taas kohdelaatikon koko vaikutti merkittävästi; pieni kohdelaatikon koko lisäsi virheitä. Myös sukupuoli vaikutti merkittävästi. Tutkittaessa tyttöjä ja poikia erikseen, huomattiin, että hiiren vuorovaikutusmenetelmä oli ainoa merkittävä tekijä pudotusvirheiden määrään tytöillä, kun taas pojilla ei tätä havaittu. Kuitenkin kohdelaatikon koko oli merkitsevä tekijä pudotusvirheiden määrään pojilla. Tarkasteltaessa virheettömien suoritusten aikaa, tulokset kertoivat, että klikkaus vuorovaikutusmenetelmänä oli nopeampi kuin raahaus. Kun tarkasteluun otettiin mukaan myös ne tapaukset, jolloin virheitä esiintyi, erot suoritusajan ja vuorovaikutusmenetelmän välillä kasvoivat merkittävästi klikkauksen ollessa edelleen nopeampi.

Virheiden tyyppi	Virheiden lukumäärä	Raahaus		Klikkaus	
		M	SD	M	SD
Poimintavirheet	67	9,15	6,75	7,15	6,78
Pudotusvirheet	67	3,97	3,81	3,43	5,11

Taulukko 3. Poiminta- ja pudotusvirheiden määrät vertailussa. (Inkpen 2001).

Poimintavirheitä esiintyi useimmissa tapauksissa kaksi kertaa niin paljon kuin pudotusvirheitä. Yksi syy tähän oli tehtävän esitystapa: lapsen piti poimia laatikko ja pudottaa se kohteeseen. Jos lapsi keskittyi tehtävän pudotustapahtumaan, hän saattoi katsoa tarkasti kohdelaatikkaa, vaikka poimintayritys oli vielä kesken ja näin ollen poiminta tuli tehdyksi huolimattomasti. Poimintavirhe lisäsi tehtävän suoritusaikaa molemmissa vuorovaikutustavoissa. Kuitenkin poimintavirheet olivat hieman kohtalokkaampia raahaustavalla toimittaessa. Tämä saattoi johtua siitä, että hiiren painike piti vapauttaa ennen uutta poimintaa raahaustavassa ja tämä vei jonkin verran aikaa. Pudotusvirheiden määrän kasvaessa tehtävän suoritus aika kasvoi merkittävästi käytettäessä vuorovaikutusmenetelmänä raahausta. Ilmi selvästi käytetty virheenkäsittelyn mekanismi raahaustavassa lisäsi tuntuvasti virheiden 'rangais tusta'. Tämä saattoi vaikuttaa lasten valintaan vuorovaikutustavan paremmuudesta.

Kokeen tulosten analyysissä ilmeni, että koejärjestely vaikutti lasten mielipiteisiin vuorovaikutusmenetelmän paremmuudesta. Lapset, jotka käyttivät ensin raahausmenetelmää pitivät klikkausmenetelmää merkittävästi parempana. Sen sijaan lapset, jotka käyttivät klikkausmenetelmää ensin, eivät osanneet sanoa kumpi vuorovaikutusmenetelmä olisi parempi. Merkittävää eroa tyttöjen ja poikien välillä ei havaittu. Lasten 9-portaisella asteikolla antamat vastaukset luokiteltiin kolmeen luokkaan: parempi vuorovaikutusmenetelmä oli lapsen mielestä raahaus, jos vastaus oli väliltä 0-3, lapsella ei ollut mielipidettä, jos vastaus oli 4, ja klikkausta kannattavien vastaus oli väliltä 5-8. Lapsista 28% piti parempana raahausmenetelmää, 66% piti parempana klikkausmenetelmää ja 6% ei maininnut kumpaakaan paremmaksi.

Lapsilta kysyttiin myös miksi he pitivät toista käytetyistä vuorovaikutusmenetelmistä parempana. Lasten kommentteja voi nähdä taulukossa 4. Jotkut lapset antoivat kommentteja useampaan kategoriaan. Monet lapsista yksinkertaisesti pitivät klikkausmenetelmää helpompana. He myös valittivat, että raahattessa heidän sormensa kipeytyi tai käsi puutui, kun hiiren painiketta täytyi pitää pitkään pohjassa. Joillakin lapsilla oli tutkijoiden havaintojen mukaan vaikeuksia pitää hiiren painike pohjassa raahauksen ajan. Lapset, jotka pitivät raahausmenetelmää parempana, kertoivat raahausmenetelmän olevan heille tutumpi. Toinen etu raahausmenetelmässä oli joidenkin lasten mielestä sen 'käsin kosketeltava, konkreettinen' palaute toiminnosta.

	Kommentit	kpl	%
Klikkaus (yht. 44 kpl)	Klikkaaminen oli helpompaa.	19	43
	Hiiren painikkeen pohjassa pitäminen ei ollut mukavaa.	12	27
	Raahattaessa laatikko palasi takaisin alkuun asti.	9	20,5
	Raahaaminen satutti sormea.	8	18
	Raahattaessa sormi irtosi vahingossa hiirestä.	7	16
	Klikkaaminen oli nopeampaa.	5	11
	Klikkaaminen oli hauskeempaa.	2	4,5
	Ei kommentoinut.	5	11
Raahaus (yht. 19 kpl)	Raahaaminen oli tutumpaa.	7	37
	Ei tarvinnut klikata niin paljon käytettäessä raahausta.	2	10,5
	Piti vain antaa laatikon pudota käytettäessä raahausta.	2	10,5
	Raahaus oli rankempaa.	2	10,5
	Raahaaminen oli nopeampaa.	1	5
	Raahaaminen oli hauskeempaa.	1	5
	Kohdistin oli helpompi nähdä käytettäessä raahausta.*	1	5
	Ei kommentoinut.	4	21
	*Kohdistin oli identtinen molemmissa menetelmissä.		

Taulukko 4. Lasten perusteluja mielipiteelleen vuorovaikutusmenetelmän paremmuudesta. (Inkpen 2001).

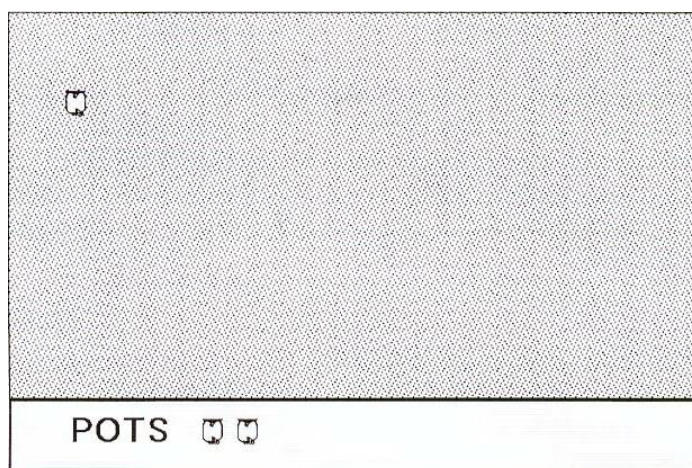
3.5. Hiirikokeiden variaatioita

Joinerin (1998) tutkimuksen kokeissa lapset suorittivat tehtäviä, joissa jokaisessa käytettiin erilaista tietokoneohjelmaa. Ensin käsiteltävässä kolmen tehtävän kokeessa vuorovaikutusmenetelmän vaikutuksesta virheiden määrään osallistujina oli 24 lasta, iältään 7-8 vuotiaita. Kokeessa käytettiin Macintosh-tietokonetta. Lapset tekivät kokeen tehtävät pareittain hiljaisessa kirjaston huoneessa. Jokainen lapsi käytti joko klikkausmenetelmää tai raahausmenetelmää vuorovaikutuksessa tietokoneen kanssa. Toiseksi esiteltävään kokeeseen suoritusajan ja virheiden esiintymisestä eri ikäisillä lapsilla osallistui 90 lasta Milton Keynes'

yhteiskoulusta, 45 tyttöä ja 45 poikaa, jotka olivat 5-12 vuotiaita. Lapset olivat tottuneet käyttämään koulussa tietokonetta ja hiirtä. Lapset jaettiin kolmeen ryhmään: 5-6 vuotiaat, 8-9 vuotiaat ja 11-12 vuotiaat. Kokeen tehtävät suoritettiin rauhallisessa huoneessa, yksi oppilas kerrallaan. Kaikki lapset käyttivät molempia hiiren vuorovaikutusmenetelmiä, klikkausta ja raahausta. Molempia menetelmiä käytettiin ensimmäisenä tasapuolisesti, puolet lapsista käytti ensin klikkausmenetelmää ja puolet raahausmenetelmää. Kokeiden tavoitteena oli määrittää eroja eri ikäisten lasten hiiren käytön nopeudessa ja virheettömyydessä vertailtaessa eri vuorovaikutusmenetelmissä.

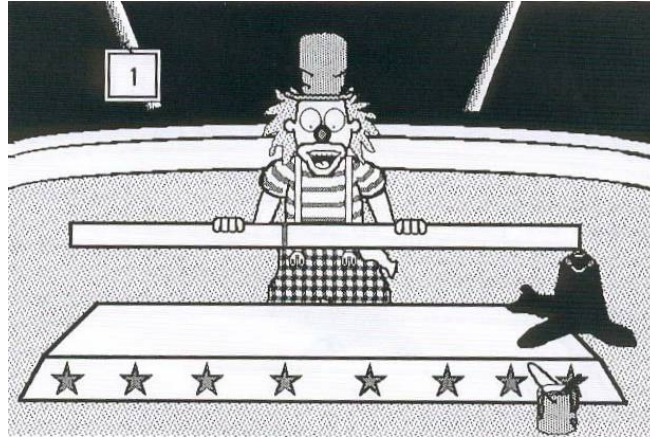
Vuorovaikutusmenetelmän vaikutus virheisiin - tehtävät

Ensimmäinen tehtävä oli 'Honey quest', jossa testattiin kuinka nopeasti lapsi siirsi kohdistimen kohteesta toiseen näytöllä. Tehtävässä lapsen oli tarkoitus klikata jokaista hunajapurkkia siinä järjestyksessä kuin ne tulivat näkyviin toinen toisensa jälkeen satunnaisessa paikassa näytöllä. Tehtävä muodostuivat 5 purkin sarjoista. Ohjelma tallensi ajan, joka kului purkkien klikkaamiseen.



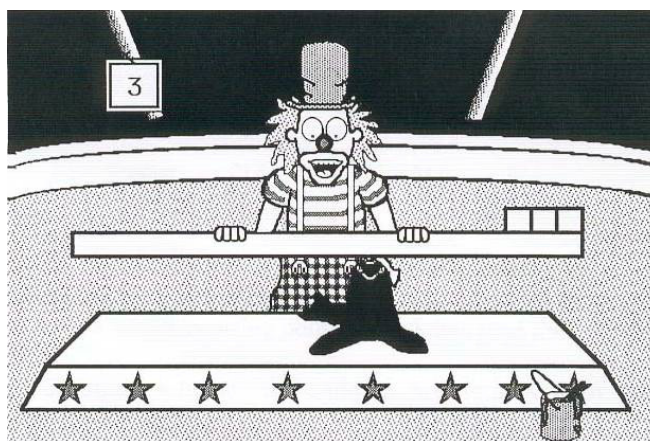
Kuva 5. Ensimmäisen tehtävän Honey Quest ohjelman käyttöliittymä. Tehtävän avulla testattiin kohdistimen siirtämiseen kuluva aika. (Joiner *et al.* 1998).

Toinen tehtävä oli aika/virheettömyys -testi. Tarkoitus oli testata kuinka nopeasti ja virheettömästi lapsi siirsi hyljettä tiettyyn kohtaan palkin alla. Tehtävässä käytettiin ohjelmistoa, jossa näkymä näytöllä oli sirkusaiheinen. Klovni kannatteli palkkia, jonka alla hylje liikkui vaakasuunnassa. Lapsen oli tarkoitus siirtää hylje palkissa olevan merkin kohdalle joko klikkaamalla tai raahaamalla. Hyljettä siirrettiin viisi kertaa. Hylkeen siirtäminen aloitettiin aina samasta kohdasta, mutta merkki sijaitsi eri etäisyydellä joka kerralla. Ohjelma tallensi siirtoajan ja etäisyyden hylkeen alkusijainnin ja merkin välillä sekä tehtävän suorituksen tarkkuuden.



Kuva 6. Toisen tehtävän sirkusaiheinen ohjelman käyttöliittymä. Tehtävän avulla testattiin suoritusaikaa ja virheettömyyttä. (Joiner *et al.* 1998).

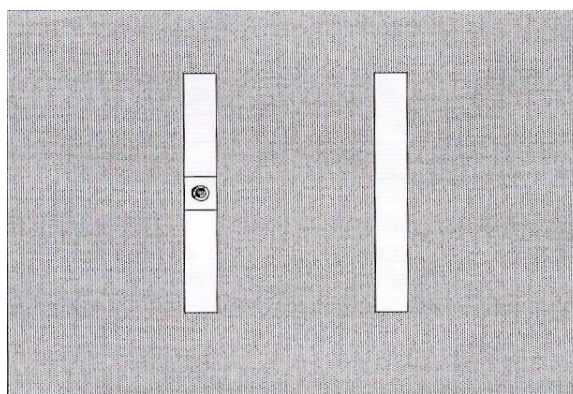
Kolmas tehtävä oli tasapainotustehtävä, jolla arvioitiin lasten klikkausta ja raahausta tietokonepelissä. Näkymä oli samanlainen kuin tehtävässä kaksi, mutta suoritettava tehtävä toisenlainen. Tehtävässä piti auttaa hyljettä kannattelemaan nenänsä päällä palkkia tasapainossa. Hyljettä siirrettiin klikkaamalla tai raahaamalla paikkaan, jossa koetta suorittava lapsi arvelivat palkin pysyvän hylkeen nenän nokassa klovnin irrottaessa palkista otteensa. Jos palkki pysyi hylkeen nokassa, lapsi sai ohjelmalta taputuksia ja klovni antoi kirjoitetun viestin 'hyvin tehty'. Jos palkki putosi nenän nokasta, klovni kysyi halusiko lapsi yrittää tasapainottaa samaa palkkia uudestaan vai siirtyä seuraavaan. Lapsella oli 20 yritystä tasapainottaa niin monta palkkia hylkeen nokkaan kuin pystyvät, siis muutama yritys ja monta palkkia tai monta yritystä ja muutama palkki. Ohjelma tallensi kuinka monta palkkia kokeen suorittanut lapsi sai tasapainotettua.



Kuva 7. Kolmannen tehtävän sirkusaiheinen ohjelman käyttöliittymä. Tehtävän avulla testattiin klikkaus- ja raahausmenetelmän paremmuutta. (Joiner *et al.* 1998).

Suoritusajan ja virheiden esiintyminen eri ikäisillä lapsilla - tehtävä

Tämän kokeen tehtävänä oli siirtää objekti kohteeseen klikkaus- tai raahausmenetelmää käyttäen. Tehtävän käyttöliittymä on kuvattu kuvassa 8. Kun lapsi onnistui siirtämään objektin haluttuun kohteeseen, muuttuisi se mustaksi. Jos objekti putosi väärään kohtaan, ohjelma piippasi virheen merkiksi ja lapsi saattoi jatkaa siirtämistä. Ohjelma kirjasi virheen. Siirrettävä objekti oli kooltaan 20*20 pikseliä ja kohteen etäisyys vaihteli ollen 50, 100, 200, 300 tai 400 pikseliä.



Kuva 8. Siirtotehtävän käyttöliittymä. (Joiner *et al.* 1998).

Lapsi sai harjoitella siirtämistä 10 kertaa ja suorittaa kokeeseen liittyen 20 objektin siirtoa, neljä siirtoa kullakin etäisyydellä. Ohjelma arpoi satunnaisesti objektin ja kohteen etäisyyden järjestyksen tehtävässä.

Kokeiden tuloksia

Ensimmäinen tehtävä, hunajapurkit, ei tuonut esiin eroja hiiren vuorovaikutusmenetelmissä, mutta toisessa tehtävässä, hylkeen siirtämisessä merkin kohtaan, eroja esiintyi. Klikkausmenetelmää käyttäneet lapset suoriutuivat merkittävästi virheettömämmin kuin raahausmenetelmää käyttäneet. Huomattiin myös, että raahaamalla hylkeen siirtäminen vei pidemmän ajan kuin klikkaamalla siirtäminen. Kolmannessa tehtävässä, palkin tasapainotus, havaittiin samantapaisia eroja käytetyn ajan suhteen kuin tehtävässä kaksi. Klikkausmenetelmää käyttäneet lapset siirsivät objektin paljon nopeammin kuin raahausmenetelmää käyttäneet. Kaiken kaikkiaan Joiner havaitsi kokeessaan, että hiiren klikkausmenetelmää käyttäneet lapset toimivat virheettömämmin, käyttivät vähemmän aikaa tehtävään ja siirsivät objekteja nopeammin kuin raahausmenetelmää käyttäneet.

Joinerin koe suoritusajan ja virheiden esiintymisestä eri ikäisillä lapsilla toi esiin, että ikä vaikutti suoritukseen käytetyn ajan ja virheiden esiintymisen suhteen. Nuorimmilla tehtävän suorittamiseen kului huomattavasti enemmän aikaa kuin kahden muun ikäryhmän lapsilla raahausmenetelmää käytettäessä, objektin ja kohteen välimatkan ollessa suuri. Lyhyillä välimatkoilla ero ei ollut huomattava. Sen sijaan kahden muun ryhmän lapsilla ei huomattu merkittävää eroa klikkaus- ja raahausmenetelmän välillä. Joiner huomasi myös, että mitä pidempi välimatka oli objektin ja kohteen välillä, sitä enemmän virheitä tapahtui. Käytetty hiiren vuorovaikutusmenetelmä vaikutti siten, että lapset tekivät kaksi kertaa enemmän virheitä raahausmenetelmää käyttäessään. Yksinkertainen analyysi paljasti, että nuorimpien lasten ryhmässä kirjattiin vähemmän virheitä, kun he käyttivät klikkausmenetelmää. Merkittävää eroa ei havaittu kahdessa muussa ikäryhmässä. Yksi syy nuorimpien selvästi suurempaan ongelmien määrään vuorovaikutusmenetelmän suhteen arveltiin kenties olevan

se, että heillä oli hiiren käytön kokemusta paljon vähemmän kuin vanhemmilla kokeeseen osallistuneilla lapsilla. Pääsyy nuorimpien lasten huonoon menestykseen oli se, että he pudottivat vahingossa objektin ennen kuin he olivat saavuttaneet toivotun kohteen. Tutkimuksen mukaan kuitenkin todennäköisin selitys löydettyihin eroihin nuorimpien ja muiden ryhmien välillä oli, että nuorimpien lasten motoriset ja kognitiiviset taidot eivät vielä olleet niin kehittyneet kuin muiden ryhmien lapsilla. (Joiner 1998).

3.6. Päätelmät ja pohdinta

Olen tarkastellut tutkimuksia, joissa vertaillaan kahden vuorovaikutusmenetelmän paremmuutta lasten ja tietokoneen välisessä vuorovaikutuksessa. Molemmissa tutkimuksissa nousi klikkaus tehokkaammaksi; nopeammaksi ja virheettömämmäksi vuorovaikutusmenetelmäksi. Lisäksi Inkpenin tutkimuksessa klikkausmenetelmä todettiin motivoivammaksi, ainakin kokeessa käytettyä TIM-peliä pelattaessa. Tulos tuntuu luontevalta, odotetulta, kun ottaa huomioon lasten motoriikan kehittymättömyyden ja raahauksessa tarvittavien samanaikaisten toimintojen suorittamisen sekä koeasetelman, jossa monimutkaisen ja haastavan pelin pelaaminen oli lapsille varmasti motivoivampaa kuin pelkistetyt koeasetelmat. Ihmettelin kuitenkin miksi vuorovaikutusmenetelmissä raahaus oli toteutettu siten, että sen käyttö kasvatti suoritusaikaa kohtuuttomasti enemmän virhetilanteissa verrattuna klikkausmenetelmään. Ja raahausmenetelmällä pelattaessa virhe pudotustapahtumassa esimerkiksi objekteja yhdistettäessä alensi pelaajan motivaatiota. Oliko tutkimusmenetelmä tasapuolinen molemmille vuorovaikutusmenetelmille? Vuorovaikutusmenetelmien käyttäjärjestys vaikutti lasten mieltymyksiin siten, että raahausmenetelmää ensin käyttäneet lapset pitivät klikkausmenetelmää todennäköisemmin parempana. Kuitenkin kaiken kaikkiaan tutkimukseen osallistuneet lapset pitivät klikkausmenetelmää parempana tapana kommunikoida tietokoneen kanssa. Hankalinta lapsille tuntui olleen hiiren painikkeen pohjassa pitäminen ja sitä vaaditaan raahaustavalla toimittaessa.

Tutkimuksissa kartoitettiin myös millaisia virheitä esiintyi. Poimintavirheet olivat yleisimpiä. Niiden suuren määrän ajateltiin johtuvat siitä, että lapsi keskittyi kohteen pudotustapahtumaan, vaikka poimintasuoritus oli vielä kesken ja poiminta tuli näin ollen suoritettua huolimattomasti. Pudotusvirheitä esiintyi odotetusti enemmän objektien pidemmillä etäisyyksillä. Tyttöillä vuorovaikutusmenetelmä oli vaikuttavin tekijä pudotusvirheiden määrään ja pojilla taas kohdelaatikon koko. Joiner havaitsi myös lapsen iän vaikuttavan siten, että suoritus aika ja virheiden määrä kasvoi nuorimmilla. Joinerin tutkimuksiin osallistuvien ikäjakauma oli kovin suuri ja yhtenä mahdollisena selityksenä nuorimpien virheisiin pidettiin vanhempien lasten harjaantuneisuutta tietokoneen käyttöön verrattuna nuorimpiin. Toinen selitys liittyi siihen, että nuorimpien lasten motorisen ja kognitiiviset taidot eivät olleet vielä niin kehittyneet kuin vanhemmilla lapsilla. Omasta mielestäni 5 vuotiaan ja 12 vuotiaan lapsen tietokoneen käytön vertaileminen ei liene tarkoituksenmukaista, koska he ovat niin erilaisella kehityksen asteella.

Näiden tutkimusten valossa näyttäisi siltä, että tietokoneen ja lapsen välisessä vuorovaikutuksessa kannattaa pyrkiä käyttämään hiirtä klikkausmenetelmällä. Erityisesti lapsille suunnitelluissa ohjelmissa ja oppimisympäristöissä käytetyllä vuorovaikutusmenetelmällä näyttäisi olevan vaikutusta lapsen suoriutumiseen, motivaatioon ja virheiden määrään.

Lähdeluettelo

- Fitts, P. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of human movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47 (6), 381-391.
- Hall, J & Cooper, J. (1991). Gender, experience and attributions to the computer. *J. Educ. Comp. Res.* 7, 1, 51-60.
- Huff, C & Cooper, J. (1987). Sex bias in educational software: The effect of designers' stereotypes on the software they design. *J. Appl. Soc. Psych.* 17, 6, 519-532.
- Inkpen, K. M. (2001). Drag-and-drop versus point-and-click mouse interaction styles for children. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 8 (1), March 2001, 1-33.
- Inkpen, K. M. (1997). Three important research agendas for educational multimedia: Learning, children, and gender. In *Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia'97* (Calgary, Alberta, Canada). 521-526.
- Inkpen, K., Klawe, M., Lawry, J., Sedighan, K., Leroux, S., Hsu, D., Upitis, R., Andersson, A., Ndunda, M. (1994). 'We have never-forgetful flowers in our garden': girls responses to electronic games. *J. Comput. Math. Sci. Teach.* 13, 4(), 383-403.
- Joiner, R., Messer, D., Light, P., & Littleton, K. (1998). It is best to point for young children: A comparison of children's pointing and dragging. *Computers in Human Behavior* 14 (3), 513 - 529.
- Lockheed, M. E. (1985). Women, girls and computer: A first look at the evidence. *Sex Roles* 13, 3/4, 115-122.
- MacKenzie, I., Sellen, A., Buxton, W. (1991). A comparison of input devices in elemental pointing and dragging tasks. In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems: Reaching through Technology* (CHI '91, New Orleans, LA, Apr. 27-May 2), S. P. Robertson, G. M. Olson, J. S. Olson, Eds. ACM Press, New York, NY, 161-166.
- Moffat, K. (2001). <<http://taz.cs.ubc.ca/egems/>>. Viitattu 26.11.2001.
- Strommen, E. (1994). Children's use of mouse-based interfaces to control virtual travel. In *Proceedings of the ACM Conference on Human factors in computing systems: Celebrating interdependence* (CHI '94, Boston, MA, Apr. 24-28). ACM Press, New York, NY, 405-410.
- Upitis, R & Koch, C. (1996). Is equal computer time fair for girls? In *Proceedings of the 6th Conference of the Internet Society on INET '96* (Montreal, Quebec, Canada).
- Wilder, G., Mackie, D., Cooper, J. (1985). Gender and computers: Two surveys of computer-related attitudes. *Sex roles* 13, 3-4, 215-228.

4. Tekstinsyöttötapojen käytettävyyden testaus lapsilla

Johanna Höysniemi

4.1. Johdanto

Lapset viettävät tietokoneiden parissa yhä enemmän aikaa. Monissa kodeissa ja luokkahuoneissa on tietokone ja lapset törmäävät ennen pitkää tilanteeseen, jossa tietokonetta käyttäen pitäisi saada aikaan kirjoitettua tekstiä. Lisäksi lapset saattavat tutustua jo hyvin varhaisessa iässä tietokoneavusteisiin ”Opi lukemaan” - ja ”Opi kirjoittamaan” -sovelluksiin, joissa lapsen on joko hiirtä tai näppäimistöä käyttäen valittava kirjaimia ja sanoja tekstiä muodostaakseen. On syytä miettiä, ovatko tarjolla olevat tekstinsyöttötavat lasten kannalta kaikkein käyttökelpoisempia ja miten niiden käytettävyyttä voidaan mitata.

Erilaisten tekstinsyöttötapojen soveltuvuutta lasten käyttöön erilaisissa tekstintuottotilanteissa on tutkittu hyvin vähän. Tämän seminaarityön aiheena oli tutustua Readin, MacFarlanen ja Casey'n (2001) tekemään tutkimukseen, jossa selvitettiin neljän eri tekstinsyöttötavan käytettävyyttä lasten käytössä vertailevan tutkimuksen avulla. Tutkimuksessa selvitettiin koejärjestelyjen avulla, mikä tietokoneavusteisista tekstinsyöttötavoista (hiiri, näppäimistö, puheentunnistus, käsialan tunnistus) sopii parhaiten 6-10 -vuotiaille lapsille. Koejärjestelyssä keskityttiin mittaamaan eri tekstinsyöttötapojen tehokkuutta, tilanteeseen sopivuutta sekä käytön miellyttävyyttä testaamalla 12 tutkimuksen kohderyhmään kuuluvaa lasta.

4.2. Taustaa

Readin, MacFarlanen ja Casey'n tutkimus (2001) on osa isompaa projektia, jossa selvitetään vaihtoehtoisten tekstinsyöttötapojen soveltuvuutta lasten käyttöön. Hiiren ja näppäimistön käytön soveltumista käyttäjän tarpeisiin on tutkittu runsaasti aikuisten kohdalla, mutta onneksi myös lasten hiiren käyttöä ja siinä ilmeneviä ongelmia on alettu tutkia eri puolella maailmaa. Lasten hiiren käytön muita tutkimustuloksia, kuten hiiren klikkausta ja hiirellä raahausta on esitelty laajasti myös muissa seminaariesitelmissä (Raisamo, tässä raportissa,

Kuussalo tässä raportissa). Hiiren ja näppäimistön käytön lisäksi Readin ja muiden (2001) tutkimuksessa käytettiin käsialan ja puheentunnistuksen avulla tapahtuvaa tekstinsyöttöä.

Lapset osaavat puhua hyvin nuorina ja heille opetetaan käsin kirjoittamista hyvin varhaisessa iässä. Puheentunnistuksesta tehtyjen tutkimusten perusteella lasten puheentunnistuksessa päästään noin 82% tarkkuuteen vastaavan luvun aikuisilla ollen 95%. Lisäksi Read ja muut (2001) totesivat puheentunnistuksen olevan lapsilla näppäimistön kautta tapahtuvaa tekstinsyöttöä viisi kertaa nopeampaa. Käsialan tunnistaminen tapahtuu kirjoitustikun ja elektronisen piirrustusalustan avulla. Tutkimuksen kirjoittajien aiemman tutkimuksen mukaan lasten käsialan tunnistamisessa päästään 80% tarkkuuteen.

Tutkijat halusivat lisäksi selvittää, pitävätkö lapset osoittavasta tekstinsyötöstä, kuten hiiren tai kosketusnäytön käytöstä, tekstin tuottamiseen. QWERTY-näppäimistön (eli tavallisen tietokoneen näppäimistön) käytön todettiin olevan aloitteleville tietokoneen käyttäjälle tietokoneohjelman ohjaamiseen hankalaa ja sen käytön hankaluutta haluttiin myös tutkia suhteessa muihin tekstinsyöttötapoihin.

Voiko tekstinsyöttötavalla olla vaikutuksia lasten ajatteluun ja kielelliseen kehitykseen? Tekstinsyöttötapojen vertailun lähtökohtana oli tieto siitä, että pienten lasten suullinen kielenkäyttö on hyvin kehittynyttä verrattuna lukemiseen tai kirjallisesti laadukkaan kirjoitetun tekstin tuottamiseen. Readin ja muiden (2001) artikkelin pohjana on käytetty tutkimuksia, jotka esittävät, että tekstinkäsittelyohjelman käyttäminen voi edistää kirjoitetun kielen taitoja, ja että tietokoneohjelman mahdollistama tekstin tarkistus, muokkaus ja korjaus edistävät lasten älyllistä ajattelua. Koska lapset käyttävät tekstinkäsittelyohjelmia tekstin tuottamiseen yhä useammin, tutkijoista oli tärkeää tutkia, miten erilaiset tekstinsyöttötavat eroavat toisistaan ja miten ne sopivat lasten kirjalliseen kielen tuottoon.

4.3. Tekstinsyöttötapojen käytettävyyttä arvioiva tutkimus

Tutkimus perustui lasten luonnollisessa kouluympäristössä tehtyihin kokeisiin, jossa lapset käyttivät eri tekstinsyöttötapoja tekstiä tuottaakseen. Tutkimus sisälsi suunnitteluvaiheen, tekstinsyöttötapojen harjoittelun sekä varsinaisten koejärjestelyn eli tekstinsyöttötehtävien suorittamisen valituilla tekstinsyöttötavoilla sekä lasten haastattelut. Lisäksi tutkijat analysoivat koejärjestelyn aikana saamia tuloksia, jotka esitetään myöhemmin tässä luvussa.

Kokeellinen tutkimus

Tutkimus suunniteltiin vertailemaan neljää erilaista tekstinsyöttötapaa: QWERTY-näppäimistön käyttöä, näytöllä näkyvien kirjainten valitsemista hiirellä klikkaamalla sekä puheen ja käsin kirjoitetun tekstin avulla tapahtuvaa tekstinsyöttöä. Tekstinsyöttötavat oli valittu sillä perusteella, että kohderyhmään kuuluvat lapset osasivat käyttää niitä riittävästi ja että koejärjestely oli helppo toteuttaa kouluympäristössä.

Koe järjestettiin 6-10 -vuotiailla lapsilla pienessä englantilaisessa peruskoulussa kahden viikon aikana. Koulun lapset laitettiin ikäjärjestykseen ja oppilaista valittiin systemaattisella otannalla 12 lasta, jotka olivat eri ikäisiä ja osaamistasoltaan erilaisia (Read *et al.* 2001). Testi-

ryhmän ollessa näin pieni, tutkijat päättivät, ettei sukupuolten välisiin eroihin kiinnitettäisi huomiota tutkimustuloksissa (Read 2001).

Tekstinsyöttötehtävään kuului kaksi osaa; lasten eteen asetetun tarinan kopioiminen ja oman tarinan lisääminen kopioitun tarinan jatkoksi. Jokainen kokeessa mukana olleista lapsista suoritti saman tekstinsyöttötehtävän käyttämällä jokaista neljästä tekstinsyöttötavasta kuitenkin niin, että tekstinsyöttötapojen järjestys vaihteli kohderyhmän sisällä. Lapset suorittivat vain yhden tekstinsyöttötehtävän päivässä ja tehtävien suorittamisen välillä kului vähintään kaksi päivää.

Lapsia ennakkoon haastatteleamalla selvisi, että kukin tekstinsyöttötavoista vaati harjoittelua. Jokaiselle tekstinsyöttötavalle määriteltiin harjoitteita, joita lapset saivat tehdä haluamansa määrän ennen tehtäviä, jotta heistä tuntui luonnolliselta käyttää valittua laitteistoa ja ohjelmia.

Näppäimistö oli lapsille tuttu ennestään, joten harjoitteluosiossa lapset vain kirjoittivat oman nimensä ja sitten aloittivat koetehtävän suorittamisen. Hiirellä valittiin näytöllä näkyvistä kirjaimista sopiva, jolloin se ilmestyivät syöttökenttään. Lapsille näytettiin, miten kirjaimia valittiin ja heitä pyydettiin kirjoittamaan nimensä syöttökenttään. Joillekin lapsille hiiren käyttö aiheutti ongelmia, jolloin heitä opastettiin sen käytössä.

Puheentunnistuksessa käytettiin IBM:n ViaVoice Millennium 7 -ohjelmistoa, joka oli opetettu tunnistamaan sanoja nuoren, paikallista murretta puhuvan naisen puheen avulla. Lapsilla oli käytössään päähän asetettava mikrofoni ja he kokeilivat järjestelmää lukemalla ääneen tekstiä. Lapsia pyydettiin lausumaan erityisesti sanojen alut ja loput selvästi.

Käsialan tunnistamiseen käytettiin Wacomin piirtoalustaa ja kynää sekä Paragraph Pen Office -ohjelmistoa. Lapsia pyydettiin aluksi kirjoittamaan näytöllä näkyvien kirjainten päälle, jonka jälkeen heitä kehoitettiin kirjoittamaan muutamia sanoja. Lapsille annettiin joitakin neuvoja kirjoituksen kokoon ja suuntaan liittyen.

Lasten tehtävänä oli kopioida tarina, joka muodostui sanoista, joiden uskotaan olevan 6-8 -vuotiaille lapsille tuttuja. Sanat olivat kohtuullisen mittaisia ja joka tehtävässä hyvin samankaltaisia. Lauseet oli valittu siten, että ne noudattivat lasten koululukemistosta tuttua kielen rakennetta. Jokaisessa tehtävässä oli oma alkutarinansa ja jokainen lapsista kirjoitti samat tekstit. Tarinan kopioimisen jälkeen lapsia pyydettiin kirjoittamaan, mitä tarinassa tapahtuisi seuraavaksi (Read *et al.* 2001). Koetehtävien suorittamisen aikana lapsia videokuvattiin, jotta voitiin mitata lasten eleistä ja kommentteista saatavien positiivisten ja negatiivisten käyttökokemusten mittaustietoa (Read 2001).

Tutkimusryhmällä oli jonkin verran vastoinkäymisiä kokeensa järjestämisessä. Yksi lapsista sairastui ja toisella havaittiin olevan liikaa ongelmia tehtävien suorittamisessa. Heidät korvattiin toisilla lapsilla.

4.4. Tulosten analysointi

Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata tekstinsyöttötapojen käytettävyyttä, joka pohjautui ISO 9241 standardin osan 11 ehdotuksiin. Kaikkia käytettävyyden osa-alueita ei kuitenkaan voitu mitata kaikkien tekstinsyöttötapojen kohdalla eikä kohderyhmän ominaisuuksien vuoksi.

Esimerkiksi opittavuutta ja soveltuvuutta kokeneelle käyttäjälle oli vaikea mitata koetehtävän lyhytaikaisuuden ja yksinkertaisuuden vuoksi.

Virheenkäsittelyä ei mitattu, sillä se olisi sekoittanut koejärjestelyt. Esimerkiksi puheentunnistuksen avulla tapahtuvan tekstinsyötön korjaaminen olisi ollut vaikeaa ilman näppäimistöä ja samoin näppäimistöllä tehdyn virheen korjaaminen olisi vaatinut hiiren käyttöä. Lapsille sanottiin, ettei heidän tarvinnut välittää virheistä tai yrittää korjata niitä.

Tekstinsyöttötapojen soveltuvuutta päätettiin mitata kolmen mittarin; *hyödyllisyyden* (*effectiveness*), *tehokkuuden* (*efficiency*) ja *tyytyväisyyden* (*satisfaction*) avulla.

Hyödyllisyyden mittaaminen

Hiiren ja näppäimistön käyttö ja käsialantunnistus ovat kirjainpohjaisia tekstinsyöttötapoja, joiden hyödyllisyyttä tai voisiko sanoa virhealttiutta mitattiin CER-mittarin (Character Error Rate) avulla:

$$CER = \frac{s + d + i}{n} \times 100$$

jossa s=korvattujen merkkien, d=tuhottujen merkkien, i=lisättyjen merkkien ja n=merkkien lukumäärä.

Kirjainpohjaisessa tekstinsyötössä ongelmaksi muodostuivat välilyönnit. Tutkimuksessa piti erikseen päättää, pidetäänkö välimerkkiä merkitsevänä merkinä. Nuoremmat lapset eivät laittaneet välilyönnejä kopioimaansa tekstiin käyttäessään näppäimistöä tai hiirtä. Lisäksi huomattiin, että lasten lisätessä välilyönnejä he usein lisäsivät kolme välilyöntiä yhden sijasta. Käsialan tunnistava ohjelmisto puolestaan lisäsi automaattisesti välilyönnin, kun kynän nosti pois alustalta. Näistä syistä välilyönnit sivuutettiin tekstinsyöttötapojen hyödyllisyyden mittauksissa.

Puheentunnistus perustuu sanojen tunnistamiseen, joten sen yhteydessä laskukaavana käytettiin WER-mittaria (Word Error Rate).

$$WER = \frac{s + d + i}{n} \times 100$$

jossa s=korvausten, d=tuhosten, i=lisäysten ja n=sanojen lukumäärä.

CER:n ja WER:n avulla saadaan selville tekstinsyöttötavan heikkousarvo, josta voidaan johtaa varsinainen hyödyllisyysmittari PCM (Percentage Correctness Value):

$$PCM = 100 - (\text{joko CER tai WER})$$

Hyödyllisyyden mittaustulokset

Hyödyllisyysmittauksen PCM-mittarin arvot ilmenevät taulukosta 1.

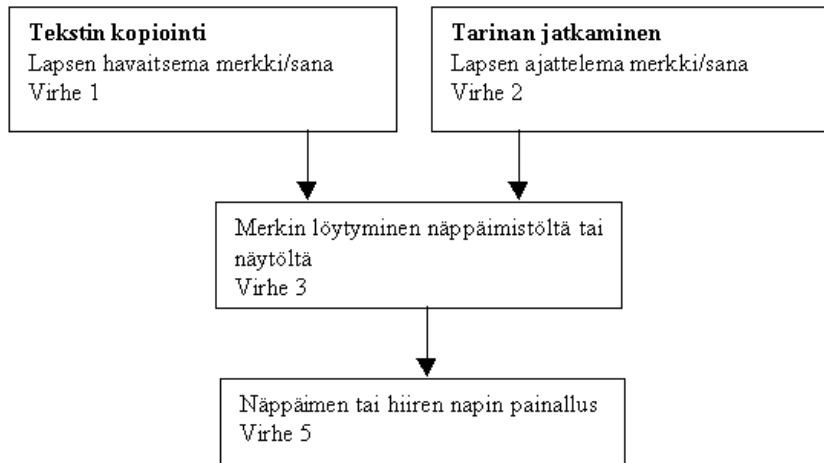
Tekstinsyöttötapa	Tarinan kopioiminen	Tarinan jatkaminen
Näppäimistön käyttö	90%	97%
Kirjainten valinta hiirellä	99%	99%
Käsialan tunnistus	73%	86%
Puheentunnistus	36%	44%

Taulukko 1. PCM-mittarin arvot eri tekstinsyöttötavoille.

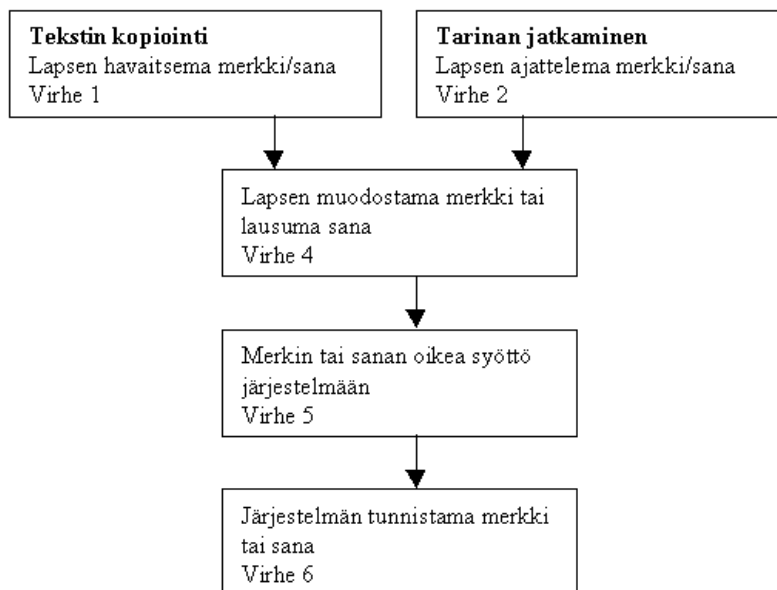
Kokeessa hiiren käyttö osoittautui parhaimmaksi tekstinsyöttömenetelmäksi, jos tavoitteena on tuottaa mahdollisimman oikeinkirjoitettua tai kopioitua tekstiä (ei kuitenkaan takaa kieliopillisesti tai sanastollisesti laadukkaampaa tekstinsyöttöä). Puheentunnistus sai heikoimmat arvot hyödyllisyyden osalta eli puheentunnistuksen avulla tuotettu teksti oli melko virheellistä. Tämä johtuu osittain myös siitä, että puheentunnistusteknologia ei ole aukotonta ja sanojen ääntäminen ratkaisee huomattavasti puheentunnistuksen oikeellisuudessa.

Hyödyllisyysmittauksen arviointia

Hyödyllisyyden mittaamiseen käytetyt CER ja WER -kaavat mittasivat tekstistä löytyneiden virheiden määrää. Jotta CER- ja WER- mittareiden tehokkuutta voidaan arvioida, täytyi tutkia, kuinka jokainen kirjain tai sana muuttuvat kirjaimen tai sanan ajattelusta näytöllä näkyväksi kirjaimeksi tai sanaksi ns. muutosprosessin kautta. Tässä yhteydessä tutkijat puhuvat tottelevasta ja tottelemattomasta käyttöliittymästä, jotka eroavat toisistaan juuri muutosprosessin kohdalla. Kukin muutosprosessin vaihe mahdollistaa virheiden syntymisen. Ilmenneiden virhetyyppien perusteella tutkijat jakoivat tekstinsyöttöön käytettävät käyttöliittymät kahteen luokkaan; totteleviin (näppäimistö ja hiiri) sekä tottelemattomiin (käsialan- ja puheentunnistus). Kuvissa 1 ja 2 ilmenee, miten totteleva ja tottelematon käyttöliittymä eroavat virhetilanteissa toisistaan. Havaitut virhetyypit on kuvattu tarkemmin taulukossa 2.



Kuva 1. Muutosprosessi tottelevan käyttöliittymän kohdalla



Kuva 2. Muutosprosessi tottelemattoman käyttöliittymän kohdalla

Tutkijat olivat lisäksi sitä mieltä, että PCM-mittari ei kerro, millaisia virhetyyppejä ilmenneet virheet olivat. Toisaalta PCM-mittari sisältää virheet, jotka huomattiin juuri ennen niiden tekemistä. Kokeen aikana havaittiin, että toisinaan lapset aikoivat kirjoittaa jotakin, mutta muuttivat sitten mielensä. Tämä voi olla indikaattori siitä, että lapset huomasivat ajattelemansa sanan olevan liian vaikea kirjoittaa ja siksi valitsivat helpomman synonyymien, mikä ehkäisi virheiden syntymistä (virhe 2). Tätä ilmiötä ei kuitenkaan ilmennyt puheentunnistuksen yhteydessä, sillä lapsi saattoi puheessaan käyttää sanoja, joita ei olisi osannut kirjoittaa.

Puheen- ja käsialan tunnistus perustuvat kirjainten ja sanojen osiin, kuten kynän vetoihin ja foneemeihin. Tämä mahdollistaa saadun syötteen (kynänvetojen tai ääneen sanotun sanan)

vertaamisen ohjelman sanastoon, josta valitaan sopiva kirjain tai sana. Valinta voi osua väärään, mikä ilmenee tyyppin 6 virheenä eli CER ja WER arvoissa ei kyetä ilmaisemaan, kuinka lähelle oikeaa tulosta valinta osui. Riippumatta sanan tai kirjaimen valinnassa tapahtuneen virheen laadusta, tekstin korjaustoimenpide on aina samanlainen. Tutkijat totesivatkin, että CER ja WER mittarien käytössä häviää hyvin paljon tärkeää informaatiota, jolla tekstinsyöttötavan hyödyllisyyttä voisi arvioida.

Virhetyyppi	Esimerkki	Havainto
Virhe 1 Kognitiivinen virhe	Lapsi lukee sanan väärin tai ei osaa erottaa kirjaimia.	Havaittiin vain tekstin kopioinnin yhteydessä.
Virhe 2 Tavausvirhe	Lapsi kirjoittaa tai lausuu väärin tuntemansa sanan.	Ilmeni harvoin puheentunnistuksen yhteydessä, sillä lapset lausuvat vain sanoja, jotka tuntevat. Tavausvirhe ilmeni erityisesti kirjainpohjaisten tekstinsyöttötapojen yhteydessä, kun lapset eivät osanneet kirjoittaa sanoja, joita halusivat käyttää.
Virhe 3 Valintavirhe	Lapsi valitsee kirjaimen 'l', kun hänen tulisi valita 'i'.	Ongelmana näppäimistöä ja hiirtä käytettäessä.
Virhe 4 Muodostusvirhe	Lapsi ei osaa muodostaa kirjainta tai sanaa oikein. Käsialantunnistuksessa 'a' voi näyttää 'd':ltä tai puheentunnistuksessa 'radio' onkin 'dario'.	Ongelmana vain käsialan- ja puheentunnistuksen yhteydessä.
Virhe 5 Käyttövirhe	Lapsi painaa näppäintä liian kauan, epäonnistuu klikkaamisessa tai painaa vahingossa väärää näppäintä. Mikrofoni tai kynä voivat olla asetettuna siten, ettei ohjelmisto voi tunnistaa syötettyä tekstiä.	Ilmeni jokaisen tekstinsyöttötavan kohdalla, mutta erityisesti näppäimistön ja hiiren kohdalla.
Virhe 6 Ohjelmistoon liittyvä virhe	Ohjelmisto ymmärtää väärin syötetyn merkin tai sanan.	Ongelmana vain käsialan- ja puheentunnistuksen yhteydessä.

Taulukko 2. Hyödyllisyysmittauksissa havaitut virhetyypit.

Puheentunnistuksessa tutkijat aikovat tulevaisuudessa pyrkiä arvioimaan WER:n epäonnistumista siten, että arvioidaan, kuinka lähelle puheentunnistuksessa ja käsialantunnistuksessa päästään 'oikeaa' sanaa tai kirjainta. Lisäksi artikkelissa ehdotetaan mittausta, jolla verrataan puheentunnistimen sanojen tunnistuskykyä ihmisen vastaavaan kykyyn sen sijaan, että mitattaisiin puheentunnistimen oikeaa tarkkuutta. Tätä mittaustapaa voisi myös hyödyntää käsialantunnistimien valinnassa.

Tehokkuuden mittaaminen

Tehokkuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä tekstinsyötön nopeutta, joka saadaan kahden kaavan CPS:n (*characters per second*) ja WPS:n (*words per second*) avulla.

$$CPS = \frac{\text{Characters input}}{\text{Time taken}}$$

$$WPS = \frac{\text{Words input}}{\text{Time taken}}$$

Kaavassa Characters input tarkoittaa syötettyjen merkkien määrää, Words input syötettyjen sanojen määrää ja Time taken ilmaisee mitattua aikaa. WPS kerrotaan luvulla 3.33, joka on keskimääräinen kirjainten lukumäärä kokeessa käytetyissä englanninkielisissä sanoissa. Näin saadaan WPS:stä CPS selville. Mikäli vastaava testi tehtäisiin Suomessa, tulisi ottaa selville vastaava suomenkieleen liittyvä kerroin.

Aikaa mitattiin tehtävän alkamisesta sen loppumiseen ja kaksi aikaa mitattiin siten, että ensin mitattiin tekstinkopiointitehtävän suorittamiseen ja sitten lopputarinan kirjoittamiseen kuluva aika. Mikäli tehtävän aikana tuli laitteisto-ongelmia tai muita keskeytyksiä, tämä aika vähennettiin loppuajasta. Lasten kirjoittaessa omia jatkojaan tarinoihin, he saattoivat pitää ajatustaukoja, joihin kulunutta aikaa ei kuitenkaan vähennetty loppuajasta.

Tehokkuuden mittaustulokset

Tehokkuusmittauksen CPS-mittarin arvot ilmenevät taulukosta 3. Taulukon luvut ilmaisevat, kuinka monta merkkiä sekunnissa kullakin tekstinsyöttötavalla saatiin syötettyä.

Tekstinsyöttötapa	Tarinan kopioiminen	Tarinan jatkaminen
Näppäimistön käyttö	0.25	0.26
Kirjainten valinta hiirellä	0.14	0.15
Käsialan tunnistus	0.24	0.34
Puheentunnistus	5.74	6.26

Taulukko 3. CPS-mittarin arvot eri tekstinsyöttötavoille.

Kokeen perusteella voidaan päätellä, että puheentunnistusta kannattaisi käyttää tilanteissa, jossa tekstinsyöttönopeus on tärkeä tekijä. Muut tekstinsyöttötavat eivät eronneet tehokkuutensa puolesta merkittävästi toisistaan.

Tehokkuusmittauksen arviointia

Kirjoittaminen muodostuu motorisista kyvyistä, ajatteluprosessista (kognitio-lingvistiikka) sekä tavauksesta ja kieliopista (lingvistiikka-semantiikka). Tekstin kopioimiseen kulunut aika ilmaisi motorista toimintaa. Tarinan jatkamiseen kulunut aika kului puolestaan kirjoittamisen kaikkiin prosesseihin. Erityisesti kirjainpohjaisissa tekstinsyöttötavoissa lapset pitivät

ajatustaukoja tarinaa jatkaessaan ja saattoivat kysyä sanojen oikeaoppista kirjoitusmuotoa tai etsivät mielestään synonyymia, jonka osaisivat kirjoittaa. Edellä mainittu seikka ei ilmennyt puheentunnistuksen yhteydessä, sillä lapset osasivat lausua vaikeita sanoja, vaikka eivät osanneetkaan kirjoittaa niitä. Tehokkuuteen vaikutti myös se, että lapset toisinaan menettivät keskittymisensä, kun käyttöliittymä ei toiminutkaan niin, kuin he olivat odottaneet. Tämä kävi ilmi etenkin piirtoalustaa käytettäessä, kun käsialan tunnistus ei tunnistanut merkkejä oikein ja lapset kommentoivat asiaa. Tähän saattaisi auttaa se, jos reaaliaikaisen käsialan tunnistuksen sijasta käytetään tapaa, jossa teksti näytetään vasta, kun kirjoittaminen loppuu. Puheentunnistuksen yhteydessä lapset tajusivat hyvin pian, että näytölle ilmaantuu myös sanoja, joita he eivät olleet lausuneet, ja joita kaikkia he eivät edes osanneet lukea.

Tyytyväisyyden mittausmenetelmät

Tyytyväisyyden mittaaminen lapsilla koettiin ongelmalliseksi, koska pienimmille lapsille tyytyväisyyden käsite ei ole kovin selvä. Aikuisilla tyytyväisyyttä mitataan usein kyselylomakkeiden avulla ja havainnoimalla. Lapsien maailmankuva ja tunneskaala on hyvin erilainen kuin aikuisilla ja heidän kognitionsa on alkeellisempaa, joten pitämisen ja inhoamisen ilmaiseminen on vaikeaa. Täten aikuisille sopivien tyytyväisyyden mittaamiseen käytettävien menetelmien sijasta oli käytettävä menetelmiä, jotka mittaavat tyytyväisyyttä lasten omassa ympäristössä ja tutulla kielellä.

Odotuksien ilmaisemiseen käytettiin kuvassa 3 ilmeneviä kasvoja, joiden ilmeet vaihtelivat harmistuneesta iloiseen skaalalla 1-5. Tämä mittaus tehtiin, jotta tutkijat saivat selville, millaisia olivat lapsen ajatukset ja odotukset ennen ja jälkeen tehtävän suorituksen.



Kuva 3. Mitta-asteikko, jolla arvioitiin tekstinsyöttötapaan liittyviä odotuksia (Read *et al.* 2001).

Toinen tyytyväisyyden mittausmenetelmä perustui tutkijoiden omiin havaintoihin jokaisen koetehtävän suorituksen yhteydessä. Kaikki tekstinsyöttötehtävät nauhoitettiin videolle, jotta saatiin talletettua lasten elehtiminen ja käyttäytyminen myöhempää tarkastelua varten. Tehtävän aikana tutkijat tarkkailivat lasten ilmeitä, lausahduksia ja eleitä, jotta saivat selville lasten sitoutuneisuuden tehtävää kohtaan.

Tutkijat olivat saaneet psykologian laitokselta neuvoja, joiden perusteella lasten käyttäytymisestä voitiin merkitä ylös havaintoja, esimerkiksi yksi hymy tai irvistys. Tutkijat käyttivät mitattavina eleinä neljää positiivista (hymyily, nauru, innostuneisuus; kieli ulos tai sormet suuhun, positiiviset kommentit, kuten "tämä on hyvä") ja neljää negatiivista (kulmien rypistely, huuto, turhautuneisuus; liikkuminen tietokoneesta pois päin tai korvan hypistely,

negatiiviset kommentit, kuten "vihaan tätä!"). Positiiviset ja negatiiviset merkit laskettiin ja näiden välinen tase merkittiin ylös.

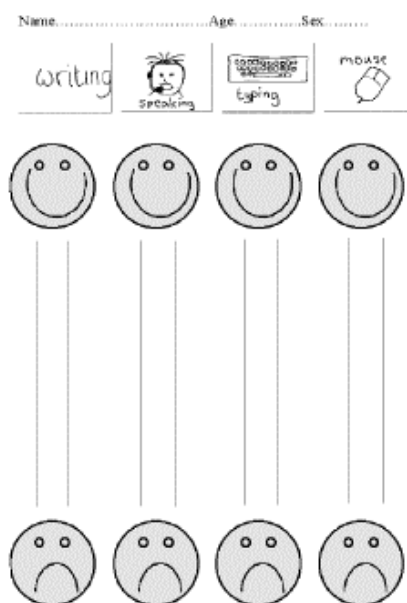
Kun lapsi oli osallistunut kaikkien neljän syöttötavan testiin, lapsille annettiin kuvan 4 ruudukko, johon heidän tuli järjestää tekstinsyöttötavat parhaimmasta huonoimpaan kunkin merkityn ominaisuuden suhteen. Tämän perusteella oli tarkoitus saada tekstisyöttötapoja vertailevaa tietoa.

Name of child Age Sex

	Best			Worst
Worked the best				
Liked the most				
Most fun				
Easiest to do				

Kuva 4. Kokeessa käytetty, tekstinsyöttötapoja vertaileva ruudukko (Read *et al.* 2001).

Lisäksi tutkimuksessa mitattiin tekstinsyöttötapojen hauskuutta kuvassa 5 näkyvän funometer-mittarin avulla. Mittarin korkeus oli 10 cm, joten viivaimen avulla kuvasta sai ilmi numeroarvon 0-10.

Kuva 5. "Funometer"- hauskuusmittari (Read *et al.* 2001).

Tyytyväisyyden mittaustulokset

Tyytyväisyysmittauksen neljän eri mittarin arvot ilmenevät taulukosta 4.

Tekstinsyöttötapa	Odotuksien arviointi	Tutkijoiden havainnot (+/-)	Tekstinsyöttötapojen vertailu	Funometer
Näppäimistön käyttö	82%	20	57%	84%
Kirjainten valinta hiirellä	78%	8	61%	77%
Käsialan tunnistus	88%	20	64%	77%
Puheentunnistus	82%	11	67%	85%

Taulukko 4. Tekstinsyöttötapojen tyytyväisyysmittauksen arvot.

Koska testattavien lasten lukumäärä oli valitettavan pieni, ei yllä olevista subjektiivisista arvioista voi tehdä kovin yleispäteviä päätelmiä. Huomioitavaa kuitenkin oli, että lapset antoivat puheentunnistukselle sekä vertailevassa taulukossa että funometerissä parhaimmat arvosanat.

Tyytyväisyysmittauksen arviointia

Tässä tutkimuksessa tyytyväisyyden mittaukset voitiin jakaa kolmeen ryhmään; lasten tekemiin, lasten tekemiin kontrolloituihin ja tutkijoiden havainnointiin. Tutkimuksessa kävi ilmi, että lapset uskaltavat valita aikuisia paremmin mitta-asteikon ääriarvoja. Lasten tekemien arvioiden ongelmaksi tuli se, että lapset antoivat hyvin positiivisia kommentteja ja esimerkiksi

funometer-mittauksen keskiarvo oli 81%. Tuloksiin vaikuttivat lisäksi lukuisat muut tekijät, kuten lasten kokemus tietokoneen käytöstä, toiminnan uutuudenviehätys sekä joko kiinnostuminen tai ärsyntyminen luokan muista tapahtumista.

Vertailevan taulukon ongelmana oli se, etteivät pienimmät lapset käsittäneet vertailtavien käsitteiden eroja. Lisäksi yksi lapsista halusi olla reilu ja antaa hiirelle paremmat pisteet, koska se oli saanut muita tekstinsyöttötapoja huonommat arviot.

Havainnointi tapahtui lasten tietämättä ennalta, mitä tarkkaillaan. Lapsen on vaikea kontrolloida positiivisia ja negatiivisia mielenilmaisujaan. Sen sijaan niiden tulkinta on epäluotettavaa, koska ilmeiden ja eleiden aiheuttaja on havainnoijan subjektiivisen harkinnan varassa. Lisäksi toiset lapset ovat huomattavasti elehtivämpiä kuin toiset.

4.5. Tulokset

Edellä kerrotuista tuloksista kävi ilmi, että käsialan tunnistus vastaa näppäimistön käyttöä hyödyllisyyden ja tehokkuuden osalta. Näin ollen voidaan todeta käsialan tunnistuksella olevan mahdollisuuksia lasten tekstinsyöttömenetelmänä. Hiiri ei eroa oleellisesti näppäimistöstä, joten sen käyttö vaihtoehtoisena tekstinsyöttömenetelmänä ei ole perusteltua kuin tietyissä tapauksissa. Tyytyväisyyden mittaustulokset osoittivat, että lapset pitivät eniten käsialan ja puheen tunnistukseen perustuvista menetelmistä. Tutkijat painottavat, että kokeen vähäisen osallistujamäärän vuoksi on mahdotonta tehdä johtopäätöksiä eri tekstinsyöttötapojen käytettävyydestä.

Tutkimuksen tärkein anti ovatkin havainnot, joiden perusteella koejärjestelyjä voidaan parantaa. Erityisesti puheen- ja käsialan tunnistusteknologioita pitäisi kehittää paremmin lasten tarpeisiin sopiviksi. Tottelevien ja tottelemattomien käyttöliittymien eroista johtuen on hyödyllisyyden ja tehokkuuden vertailu vaikeaa.

Lasten tyytyväisyyden mittaaminen oli kokeellista ja näyttäisi siltä, että mittarit antaisivat jokseenkin yhtenäisen arvion tekstinkäsittelymenetelmistä. Parantamista tutkijat löysivät ainakin siinä, että vertailutaulukon rivit tulisi paljastaa yksi kerrallaan, jotta lapset keskittyisivät vain yhteen vertailutekijään yhdellä kertaa.

Lasten tekstin kopioinnin jälkeen jatkamat tarinat olivat lyhyitä, eivätkä tutkijat yrittäneet mitata niiden kirjallista tasoa. Tutkijat aikovat kuitenkin jatkaa tutkimustaan kartoittamalla, miten lasten tuottamien tarinoiden pituus ja laatu vaihtelevat tekstisyöttötapojen välillä.

Tutkijat esittävät lopuksi, että lasten testaaminen auttaa ymmärtämään myös aikuisten tekstinsyöttömekanismia, lapset tekevät liioitellusti samoja virheitä kuin aikuisetkin, mikä auttaa tutkijoita mallintamaan aikuisten käyttäytymistä.

4.6. Päätelmät ja pohdinta

Seminaarityön arvioinnin kohteena ollutta tutkimusta voidaan kutsua varsinaisen laadullisen tutkimuksen sijasta metatutkimukseksi, eli tutkimuksen tutkimiseksi. Tutkimuksen painopiste ei ollut tulosten esillesaamisessa, vaan tutkimusmenetelmien arvioinnissa. Tutkimuksen arvo

olikin nimenomaan siinä, että se esitteli tekstinsyöttötapojen mittausmenetelmät tarkasti ja kritisoi tutkimuksessa käytettyjen mittarien ja menetelmien puutteita ja käyttötapoja.

Tutkimuksen kohderyhmän pienen koon ja käytettyjen mittaustapojen perusteella ei voida sanoa, mikä käytetyistä tekstinsyöttötavoista soveltuu parhaiten tiettyyn käyttötilanteeseen. Tutkimus lähestyi käytettävyykäsitettä monella eri tavoin, mutta vastausta lapsille sopivimmasta tekstinsyöttötavasta ei löydy näin abstraktilla tarkastelulla. Olisi ollut hyvä, jos koejärjestelyyn olisi panostettu hieman enemmän aikaa, jotta puheentunnistusohjelma olisi voitu opettaa kokeessa mukana olleiden lasten puhetta käyttäen tarkempien tulosten aikaansaamiseksi.

Mielestäni tutkimuksen suurin puute kuitenkin oli se, ettei sen avulla ei yritetty vastata väitteisiin tekstinsyöttötapojen vaikutuksista lasten kielellisen tai älyllisen ajattelun prosesseihin, vaikka artikkelissa juuri näiden prosessien sanottiin olevan tutkimuksen lähtökohtana.

Tutkimus toteutettiin Englannissa ja on syytä mainita, että englanninkielenopetus eroaa oman äidinkielemme opetuksesta kielten ja kulttuurien eroista johtuen. Tästä syystä en ole aivan varma, voiko saatujen tulosten perusteella tehdä johtopäätöksiä, jotka olisivat voimassa omassa kulttuuriympäristössämme. Olisikin siis mielenkiintoista testata vastaavia tekstinsyöttötapoja vastaavilla koejärjestelyillä suomalaisilla 6-10 -vuotiailla lapsilla.

Lähdeluettelo

Read, J., MacFarlane, S., & Casey, C. (2001). Measuring the usability of text input methods for children. *People and Computers XV -- Interaction without Frontiers*, Joint Proceedings of HCI 2001 and IHM 2001, Springer, 559-572.

Read (2001) . Janet Readin kanssa käyty sähköpostikirjeenvaihto lokakuussa 2001.

5. Animoidun pedagogisen agentin vaikutus oppimiseen

Antti Kaakinen

5.1. Johdanto

Animoidut agentit tarjoavat visuaalista reaaliaikaista neuvoa ongelmanratkaisuun. Niiden käyttäminen opetusohjelmissa on erittäin houkuttelevaa agenttien *elävänkaltaisesta käyttäytymisestä (lifelike behaviors)* (Lester *et al.* 1997, 1) johtuen. Lisäksi oppijoiden oppimistehokkuuden lisääntyessä heidän motivaationsa kasvaa. Elävänkaltaisen agentin läsnäolo voi motivoida oppijan käyttämään useammin agentteihin perustuvaa opetusohjelmaa.

Agenttitekniologioiden nopean kehityksen ja halpojen näytönohjainten saatavuus on ollut omiaan tuomaan animoituja agentteja opetusohjelmiin. Tästä syystä agenttipohjaisten opetusohjelmien määrä todennäköisesti tulee nousemaan (tässä tarkasteltava tutkimus tehty 1997). Tästä syystä on tärkeä ymmärtää näiden agenttien opetusohjelmille tarjoamat mahdollisuudet. Tästä aiheesta ei ole tehty kovinkaan monia isoja tutkimuksia aikaisemmin. Kuitenkin opetusohjelmia kehitettäessä on hyvin tärkeitä tietää, kuinka oppijat suhtautuvat animoituihin agentteihin, jotka tarjoavat reaaliaikaista neuvoa ongelmanratkaisussa. Tarpeen on siis selvittää luottavatko oppijat agentin ohjeisiin, kuinka laajalti niiden antamat ohjeet olisivat selkeitä ja se, että haluavatko oppijat ylipäätään käyttää tällaisia apuvälineitä.

5.2. Design-a-Plant

Design-a-Plant (Lester *et al.* 1997 1) on suunnittelukeskeinen mikromaailma, jossa tarkastellaan kasvin hengissä pysymiseen liittyviä fysiologisia ominaisuuksia ja niihin liittyviä ympäristötekijöitä. Jokaisessa suunnitteluepisodissa oppijalle annetaan ympäristö, johon on määritetty useita biologisesti merkittäviä muuttujia, joita ovat auringon valon määrä, ravinteitten määrä maaperässä sademäärä ja kosteus. Oppijat ottavat nämä muuttujat huomioon kootessaan kasveja annetuista osista. Käytettävissä on useita erilaisia juuristoja,

varsia ja lehtiä. Näillä osilla on myös omat ominaisuutensa, kuten pituus. Kehitettyään mielestään sopivan kasvin oppija testaa lopputuloksensa ja tarvittaessa muuttaa kasvia niin pitkään, että se selviytyy annetussa ympäristössä. Tässä ympäristössä heidän apunaan toimi animoitu pedagoginen agentti (*animated pedagogical agent*) Herman the Bug (Lester *et al.* 1997 1).

5.3. Animoitu pedagoginen agentti

Oppilaat toimivat vuorovaikutussuhteessa animoidun pedagogisen agentin kanssa (kuva 1). Herman the Bug on elävänkaltainen agentti, jonka visuaaliset ja verbaaliset toiminnot määräytyvät reaaliaikaisesti riippuen olosuhteista. Herman on puhelias hyönteinen, joka lentelee ympäriinsä ruudulla ja menee kasvien rakennelmiin antaessaan ohjeita käyttäjälle. Sen eleisiin on käytetty 30 animoitua osaa, 160 äänitiedostoa ja muutamia lauluja. Koko oppimisajan Herman on näytöllä, eikä sitä voi kytkeä pois päältä. Silloin, kun Hermanilla ei ole tekemistä, se seisoo ruudun reunassa. Silloin, kun Herman antaa neuvoja se kulkee kasvien osien seassa. Hermanilla on myös lukuisia muita toimintoja selittäessään ongelmia. Se kävelee, lentää, ui ja kalastaa.



Kuva 1: Herman the Bug -agentti (Lester *et al.* 1997 1)

Hermanilla on kolmentyyppisiä toimintoja kommunikoidakseen. Ensimmäisessä animoidaan kohdetta (esim. kasvia) ja Herman antaa samalla teoriapohjaisia ohjeita. Toinen ryhmä on samanlainen kuin ensimmäinen, mutta ilman animaatioita. Herman voisi esimerkiksi sanoa: "Muista, että pienemmät lehdet saavat vähemmän auringonvaloa". Viimeisenä

ryhmänä on tehtäväkohtaiset neuvot. Herman voi tässä tilassa sanoa esimerkiksi "Valitse kasville tähän hämärään ympäristöön pitkä varsi, jotta lehdet saavat riittävästi auringonvaloa".

Tutkimusta varten kehitettiin viittä eri kloonia Hermanista (Lester *et al.* 1997). Kaikki nämä tarjosivat eri määrän ohjeita oppijalle. Muilta ominaisuuksiltaan agentit olivat identtisiä. Ne käyttäytyivät samalla tavalla silloin, kun opastusta ei annettu. Esimerkiksi agentit esittäytyivät samalla tavalla ja antoivat samat esittelyt tehtävistä joka kerralla. Lisäksi agentti rohkaisi ja onnitteli käyttäjää, mikäli oikeat kasvien osat oli valittu.

- Täysin toiminnallinen agentti: Tämä agentti antoi kaikkia kolmentyyppisiä neuvoja
- Teoriapohjainen animoitu ja verbaalinen: Tämä agentti antoi ainoastaan teoriapohjaisia animoituja ja äänivihjeitä. Se ei voinut antaa pelkästään äänellisiä ohjeita, eikä pystynyt muistuttamaan edellisistä animoiduista vihjeistä. Se ei myöskään voinut antaa tehtäväkohtaisia neuvoja
- Teoriapohjainen verbaalinen: Tämä agentti pystyi antamaan ainoastaan äänellisiä teoriaan perustuvia ohjeita
- Tehtäväkohtainen verbaalinen: Tämä agentti pystyi antamaan ainoastaan ääniohjeita tehtäväkohtaisesti
- Vaiennettu: Tämä agentti ei pystynyt antamaan ollenkaan ohjeita, jotka liittyivät kasvin osiin, joihin ympäristöolosuhteet vaikuttivat. Se kuitenkin esitteli tehtävät ja antoi palautetta, kuten muutkin agentit

5.4. Testaus

Tutkiakseen empiirisesti oppijoiden reaktioita animoituihin pedagogisiin agentteihin tutkimusryhmä testasi agenttia isolla oppilasjoukolla ja kysyivät mielipiteitä agentin hyödyllisyydestä ja selkeydestä sekä halusta käyttää agenttia. He tutkivat myös agentin pedagogista vaikutusta oppimistehokkuuteen.

Testiin osallistui sata oppilasta (50 tyttöä ja 50 poikaa) paikalliselta ala-asteelta (middle school). Oppilaiden keski-ikä oli 12 vuotta. Opettajat valitsivat asiasta kiinnostuneet oppilaat. Oppilaat jaettiin satunnaisesti agenttikloonien kesken siten, että jokaiselle kloonille tuli yhtä monta tyttöä ja poikaa. Neljän osallistujan tulokset jätettiin pois teknisten vaikeuksien takia. Koe suoritettiin oppilaiden omassa koulussa Macintosh-tietokoneilla.

Jokaisessa tiedonkeruustunnossa neljä oppilasta tuli luokkaan ja heidät ohjattiin omalle tutkijalle, joka vei oppilaat työasemalle. Jokainen istunto kesti puolestatoista tunnista kahteen tuntiin. Tästä ajasta agentin parissa kului noin tunti keskimäärin. Tietoja kerättiin kahdeksan päivän ajan. Oppilaille kerrottiin, että heidän vastauksensa olisivat nimettömiä ja luottamuksellisia. Heidän aikaisemmasta tietokoneenkäytöstään tehtiin kysely, jossa kysyttiin olivatko he käyttäneet aikaisemmin tietokonetta, tietokoneen tyyppiä, pitivätkö he koneen käytöstä, kuinka usein he käyttivät tietokonetta, missä he käyttivät tietokonetta, käyttämiensä hiirien tyyppiä ja mitä he tekivät tietokoneella. Lisäksi osallistujilta kysyttiin heidän ikänsä.

Näiden jälkeen varsinainen testi suoritettiin neljässä osassa: esitesti, agentin kanssa toiminen, jälkitestaus ja järjestelmän ja agentin arvioiminen. Jotta oppilaiden tuntemus kasvien anatomiasta saatiin kartoitettua, suoritettiin 13 kysymyksen monivalintakoe. Nämä kokeet olivat kysymyksiltään samanlaiset alku- ja jälkitestissä, mutta kysymysten järjestys oli eri. Koe testasi oppilaan tietoja ympäristön ja kasvin osien suhteesta ja siitä, selviytyisivätkö kasvit tietynlaisessa ympäristössä.

Kun oppilas oli suorittanut alkutestin, hänet ohjattiin työasemalle ja hänelle näytettiin opetusohjelma Design-a-Plantin käytöstä. Ohjelma kertoi, että oppilaiden tulee suunnitella kasvi, joka selviää annetussa ympäristössä mahdollisimman hyvin. Lisäksi oppilaille opetettiin, että kuinka he saavat apua agentilta, mikäli heille tulee ongelmia kasvin kehittämisessä.

Suoritettuaan opetusohjelman oppilaat saivat suunniteltavaksi kahdeksan kasvia neljään ympäristöön. Ensimmäiset neljä tehtävää olivat helpompia yhden vaikuttavan ympäristöllisen muuttujan ympäristöjä, loppuisa neljässä oli rajoittavia tekijöitä useampia. Kaikille oppilaille samat tehtävät esitettiin samassa järjestyksessä riippumatta siitä, mikä agentti heidän apunaan oli. Suoritettuaan ohjelman kaikki tehtävät, oppilaat saivat pitää viiden minuutin tauon, jonka jälkeen heille annettiin tehtäväksi jälkittesti.

Näiden testien jälkeen oppilaita pyydettiin vielä täyttämään mielipidekysely agentista ja järjestelmästä. Kysymyksiä oli 18 ja niihin vastattiin asteikolla 1-5, jossa viisi oli erittäin hyvä ja yksi oli erittäin huono. (kysymykset kuvassa 2)

1. kuinka viihdyttävä opetusohjelma oli
2. huolimatta kasvien suunnittelun vaikeudesta, minkälaista ohjelman käyttäminen oli mielestäsi
3. kuinka hyvin mielestäsi ohjelman antama palaute vaikutti sinuun
4. oliko ohjelman antamat vihjeet hyödyllisiä sinulle
5. rohkaisiko Herman the Bug sinua
6. uskoitko Herman the Bugin antamia ohjeita
7. antoiko Herman the Bug ohjeita silloin kun olit vaikeuksissa kasvien suunnittelussa
8. kuinka avulias Herman the Bug oli verrattuna biologian opettajaan
9. kuinka selkeästi Herman the Bug ilmaisi asiansa
10. haluaisitko Herman the Bugin auttamaan kotitehtävissä
11. tietääkö Herman the Bug kasveista enemmän kuin biologian opettaja
12. tehdessäsi virheen, ärsyyntyikö Herman the Bug
13. tehdessäsi virheen, huolestuiko Herman the Bug
14. oliko Herman the Bugin antamat ohjeet hyödyllisiä
15. edistyessäsäsi ohjelmassa, tuliko Herman the Bug avuliaammaksi
16. kuinka Herman the Bugin antama palaute sopusoinnussa edistymisesi kanssa
17. kuinka viihdyttävää tai tylsää oli työskennellä Herman the Bugin kanssa
18. kuinka puhelias Herman the Bug oli

5.5. Tulokset

Kerätystä aineistosta tutkittiin kolmea asiaa:

1. mahdollisia eroja lähtötiedoissa eri klooneilla työskennelleiden oppilaiden välillä,
2. yleistä agenttien affektiivista vaikutusta oppilaiden käsitykseen oppimiskokemuksistaan, ja
3. agenttityypin vaikutusta eri affektiivisilla ulottuvuuksilla.

Alkutestin tuloksissa ei löydetty yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA) suoritetuissa laskelmissa merkittävää eroavaisuutta [$F(4,96)=1,40, p>0,05$].

Agentin pedagogista vaikutusta arvioitiin myös samanlaisella varianssianalyysillä. Kaikille merkityksellisille tuloksille suoritettiin vielä Turkey-Hsd post hoc analyysi. Tulokset osoittivat, että jälkitestin tulokset olivat merkittävästi paremmat kuin alkutestin tulokset [$F(1,99)=2,88, p<0,05$] ja agentin tyyppi vaikutti näiden tulosten eroihin [$F(4,96)=3,01, p<0,05$]. Suurimmat erot alku- ja lopputestien väliltä oli täysin toiminnallisen agentin, teoriapohjaisen animoidun ja verbaalisen agentin sekä teoriapohjaisen verbaalisen agentin käyttäjillä. Muita merkittäviä eroja ei löytynyt.

Mielipidekyselyn tulokset analysoitiin yhdistetyllä varianssianalyysillä (mixed model ANOVA). Siinä tarkasteltiin, onko agenttityyppien välillä merkittäviä eroja. Tulokset osoittivat suurta eroa arvostelussa. [$F(17,99)=5,85, p<0,05$]. Keskiarvot vaihtelivat 3,0 ja 4,6 välillä. Parhaimman arvostelun sai agentin toiminnot virheen sattuessa. Suhteellisen korkean arvosanan saivat myös seuraavat kohdat:

- agentin ohjeiden uskottavuus,
- agentin antaman palautteen ja oppijan edistymisen välinen suhde,
- agentin antamien ohjeiden hyödyllisyys, ja
- haluaisiko oppilas agentin auttamaan kotitehtävissä.

Huonoimman arvostelun agentti sai tiedoistaan verrattuna biologian opettajaan ja tuliko agentti hyödyllisemmäksi oppijan edistyessä. Agentin tyyppillä oli merkittävää vaikutusta arvosteluun [$F(68,99)=2,29, p<0,05$]. Täysin toiminnallista agenttia käyttäneet antoivat korkeat arvosanat edellä mainituissa kohdissa, mutta myös agentin neuvojen hyödyllisyydelle ja agentin antaman kannustuksen hyödyllisyydelle.

Kysymys	Keski-arvo	Täysin toiminnallinen	Teoria-pohjainen verbaalinen	Tehtävä-kohtainen	Vaiennettu	Teoriapohj. animoitu ja verbaalinen
1 Viihdyttävyyys (ohjelman)	4.2	4.3	4.1	4.2	4.2	4.0
2 Helppokäyttöisyys (ohjelman)	3.8	3.3	3.8	4.0	4.0	3.8
3 Ohjelman palautteen vaikutus	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1	4.2
4 Ohjelman neuvojen hyödyllisyys	4.2	4.6	4.1	4.1	4.2	4.1
5 Hermanin rohkaisevuus	3.9	4.3	3.7	3.6	3.8	3.9
6 Hermanin antamien ohjeiden uskottavuus	4.5	4.8	4.6	3.9	4.4	4.7
7 Hermanin avuliaisuus virheiden sattuessa	4.6	4.8	4.7	4.4	4.6	4.6
8 Auttavaisuus verrattuna opettajaan	3.5	3.8	3.7	3.5	3.3	3.1
9 Hermanin ilmaisun selkeys	4.2	4.4	4.3	3.8	4.1	4.2
10 Halu käyttää Hermania kotitehtävien apuna	4.3	4.5	4.3	4.0	4.3	4.3
11 Hermanin tiedot verrattuna opettajaan	3.4	3.6	3.2	3.6	3.1	3.4
12 Hermanin ärsyyntyneisyys virheiden sattuessa	3.0	3.2	2.9	3.1	3.6	2.0
13 Hermanin huolestuneisuus virheiden sattuessa	3.8	4.2	4.0	3.9	3.4	3.4
14 Hermanin ohjeiden hyödyllisyys	4.4	4.5	4.4	4.1	4.5	4.5
15 Hermanin avuliaisuus ajan myötä	3.5	3.6	3.4	3.5	3.5	3.5
16 Hermanin antaman palautteen suhde edistymiseen	4.4	4.4	4.5	4.2	4.6	4.3
17 Hermanin viihdyttävyyys	4.0	4.3	4.1	3.8	4.1	3.9
18 Hermanin puheliaisuus	4.1	4.1	4.1	4.2	3.9	4.2

Taulukko 1. Mielipidekyselyn tulokset.

5.6. Suunnittelunäkökulmia

Tutkimuksen havainnot olivat rohkaisevia. Se osoittaa, että oppijoiden suoritukset paranivat sen jälkeen, kun he olivat toimineet agentin kanssa. Toisaalta, vaikka tutkimusryhmä oletti, että alku- ja jälkitestien piste-erot johtuvat juuri vuorovaikutuksesta agentin kanssa, totesi se myös, että on mahdollista, että tulokset johtuvat harjoittelusta. Alkutesteissä ei ollut ryhmien välisiä (merkittäviä) eroja. Lopputestin tuloksissa eroa muodostui niin, että toiminnallisimpien agenttien kanssa toimineet saivat parempia tuloksia kuin vähemmän toiminnallisten. Koska oppijat toimivat agentin kanssa jokaisessa ryhmässä yhtä kauan, osoittaa tämä sitä, että muilla tekijöillä kuin harjoitus on osuutta tulokseen.

Agentin läsnäolo, riippumatta sen antaman ohjeistuksen määrästä, vaikuttaa positiivisesti siihen, miten oppijat näkevät oppimiskokemuksensa. Tätä ilmiötä tutkimusryhmä kutsui *persoonan vaikutukseksi (persona effect)* (Lester et al. 1997 1). Vaikka tutkimuksen tarkoituksena ei ollut löytää tapaa millä tavoin agentit vaikuttavat oppimiseen, on mielenkiintoista pohtia mistä tämä johtuu. Agenteilla on kaksi mahdollista vaikutusta oppimiseen. Ensinnäkin, koska agentit voivat aktiivisesti toimia oppijan kanssa, voi tämä lisätä oppijan omaa pohdintaa. Toiseksi, niillä voi olla motivoiva vaikutus oppijaan. Tutkimusryhmä oletti, että elävänkaltaiset agentit saavat innokkaan vastaanoton, koska ne ovat uskottavia ja koska ihmisellä on luontainen kyky reagoida sosiaaliseen ärsykkeeseen.

Täysin toiminnallisen agentin kanssa toimineitten korkeammat keskiarvot mielipiteissä osoittavat, että usealla tavalla kommunikoivat agentit voivat vaikuttaa positiivisesti niiden saamaan vastaanottoon. Tämä havainto yhdistettynä persoonan vaikutukseen osoittaa, että oppimisen tehostamisen lisäksi, oppilaiden mielipiteet niitä kohtaa ovat sitä positiivisemmat, mitä laajemmin ne kommunikoivat.

Persoonan vaikutusta tukee sen esiintyminen kaikkien agenttityyppien kanssa. Jopa oppilaat, jotka toimivat vaiennetun agentin kanssa, suhtautuivat hyvin positiivisesti agenttiin. Animoiduista pedagogisista agenteista voi siis olla hyötyä, vaikka ne eivät olisikaan täysin optimaalisesti suunniteltuja.

Tuloksilla on suuri vaikutus opetusohjelmien toteutukseen. Kuitenkin on otettava huomioon muutama seikka. Ensinnäkin tuloksia ei tule suoraan yleistää koskemaan muita ikäryhmiä tai aihealueita. Toiseksi, tämä tutkimus ei tarkastellut ollenkaan pitkäaikaista vuorovaikutussuhdetta agentin kanssa. Lisäksi tiedetään agenttien heikot puolet. Ne voivat liian innokkaina käydä hyvin äkkiä ärsyttäväiksi. Tutkimusryhmä päätyi kolmeen suositukseen:

1. Interaktiivisten oppimisympäristöjen suunnittelijoiden kannattaa vakavasti harkita animoidun agentin lisäämistä ohjelmaan. Tutkimus osoittaa, että agentilla on voimakas positiivinen vaikutus siihen, millaisena oppijat pitävät oppimiskokemustaan.
2. Vaikka suunnittelijat eivät pystyisi tai haluaisi luoda agenttia, joka antaa neuvoja oppijalle, tulisi heidän harkita animoidun agentin lisäämistä. Tutkimus osoittaa, että jopa agentit, jotka eivät anna minkäänlaisia neuvoja, voivat olla hyödyksi.

3. Suunnittelijoiden, jotka voivat luoda agentille useita ilmaisukeinoja, kannattaa harkita sellaisen lisäämistä ohjelmaan. Pedagogisten hyötyjen lisäksi agentit tekevät positiivisen vaikutuksen oppijaan.

Tutkijat keräsivät paljon enemmän dataa kuin tässä on tarkasteltu. Kaiken kaikkiaan tuloksia on arvioitu varovaisesti ja huolellisesti. Heidän tarkoituksenaan on ollut tarkastella niitä myöhemmissä tutkimuksissaan. Ryhmä myös mainitsee tutkivansa agentittoman ympäristön vaikutusta verrattuna agentillisiin.

Myöhemmässä tutkimuksessa (Lester *et al.* 1997 2) analysoivat vielä virheiden määriä oppijoilla eri agenttityyppien välillä. Yleisellä tasolla oli merkittävää eroa virheiden määrissä. Vaikka merkittävää eroa ei syntynyt yksinkertaisissa tehtävissä, syntyi suuri merkittävä ero monimutkaisemmissa ongelmissa. Parhaimmat tulokset saivat täysin toiminnallinen sekä tehtäväkohtaisia verbaaleja ohjeita antavat agentit. Kaksi muuta toiminnallista agenttia eivät pärjänneet yhtä hyvin, mutta myös ne olivat tilastollisesti merkittävästi parempia kuin vaiennettu agentti.

Lesterin johdolla on IntelliMedia tehnyt pidemmälle vietyjä tutkimuksia agenteista (IntelliMedia Initiative: Recent publications). Tutkimuksen kohteena ovat olleet lähinnä pedagogisten agenttien kommunikointitaidot, eleet ja tunteiden simulointi. Viimeisin tutkimus on aihealueelta julkaistu vuonna 2000.

5.7. Päätelmät

Jo tässä tutkimuksessa olisi mukana voinut olla agentiton vertailuryhmä, jonka jäsenet olisivat voineet opiskella vastaavat asiat esimerkiksi kirjasta samassa ajassa. Todennäköisesti tulokset olisivat puhuneet agentillisten oppimisympäristöjen puolesta, mutta kuitenkin olisi ollut mielenkiintoista nähdä agenttien tilastollinen merkitys oppimiseen.

Oppilaiden valinnassa kiinnitin huomiota siihen seikkaan, että tutkimukseen valittiin asiasta kiinnostuneet oppilaat. Tämä voi olla osasyynä hyviin lopputuloksiin niin loppukokeessa kuin mielipidekyselyssä. Olisi ollut mielenkiintoista tietää, miten sellaiset oppilaat, jotka eivät ole aiheesta yhtä kiinnostuneita, reagoisivat agenttiin. Varsinkin, jos agentillista opetusohjelmaa on tarkoitus käyttää kouluopetuksessa, olisi tärkeää, että agentilla on motivoiva vaikutus jokaiseen oppilaaseen.

Itse tutkimuksen toteutus ja raportointi on suoritettu hyvin. Olosuhteet ja alkuasetelmat on selostettu riittävän seikkaperäisesti ja itse tutkimuksessa on pyritty tilastollisesti pätevään tulokseen. Tulokset on raportoitu myös tarpeeksi tarkasti ja tilastolliset tunnusluvut on merkitty näkyviin. Ryhmä tähdensi oppilaille mielipidekyselyn luottamuksellisuutta ja anonymiteettiä siihen vastatessa, mikä osaltaan pienensi testihenkilöiden mahdollisia liian positiivisia arvioita mielipidekyselyssä.

Tutkimusryhmä myös itse mainitsee raportissaan sen, ettei tutkimuksessa tutkittu sitä, minkälainen olisi agentin vaikutus pitkäaikaisessa käytössä. Tämä kuitenkin olisi tärkeä tutkimuskohde, sillä yleensä ohjelmia käytetään useampia kertoja. Näiden tuloksien avulla

voitaisiin myös saada aikaiseksi sellaisia ohjelmistoagentteja, jotka eivät käy ärsyttäväksi ajan kuluessa.

Lähdeluettelo

James C. Lester, Sharolyn A. Converse, Susan E. Kahler, S. Todd Barlow, Brian A. Stone and Ravinder S. Bhogal, The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents. *Proceedings on the 1997 CHI conference on Human factors in computing systems*, Pages 359 – 366 (1)

James Lester, Sharolyn Converse, Brian Stone, Susan Kahler, and Todd Barlow, Animated Pedagogical Agents and Problem-Solving Effectiveness: A Large Scale Empirical Evaluation. *Proceedings of the Eight World Conference on Artificial Intelligence in Education*, pp. 23-30, Kobe, Japan, August 1997 (2)

IntelliMedia Initiative: Recent publications

<http://www.csc.ncsu.edu/eos/users/1/lester/www/imedia/papers.html> (viitattu 28.12.2001)

6. Agentti lapsen kaverina

Kimmo Koivunen

6.1. Johdanto

Tässä luvussa käsitellään miten alle kouluikäisten kielellistä kehitystä voidaan tukea teknologian avulla. Erityisesti keskitytään lapsille suunnattuun Sam The Castlemate -järjestelmään (Cassell *et al.* 2000). Tässä järjestelmässä tavoitteena on ollut tukea lasten kehitystä virtuaalisen kaverin, eli agentin, avulla. Järjestelmässä yhdistyvät virtuaalinen ja fyysinen maailma uudella mielenkiintoisella tavalla, joka mahdollistaa lasten vuorovaikutuksen teknologian kanssa heille ominaisella tavalla, leluilla leikkimisellä.

Lapset ovat viime vuosina olleet suuren kiinnostuksen kohteena teknologian hyödyntämisen ympärillä käytävässä keskustelussa. Erityisesti esillä on ollut koulun mahdollisuudet hyödyntää Internetiä opetuksessa. Lapsille voidaan kuitenkin rakentaa monenlaisia sovelluksia, joiden käyttö sijoittuu muualle kuin kouluun. Nämä järjestelmät voivat silti ottaa huomioon lapsen kehityksen ja pyrkiä tukemaan sitä.

Toisaalta lapsien mahdollisuudet tietotekniikan hyödyntämiseen eivät ole juurikaan edistyneet. Perinteiseen käyttöliittymään kuuluvien näppäimistön, hiiren ja näytön yhdistelmä on lapsille vaikea. Perinteisen käyttöliittymän vaikeudeksi muodostuu mm. se, että se on suunniteltu kirjoitustaidon hallitseville ja nuorilla lapsilla tämä taito on vasta kehittymässä. Lapsia ajatellen voidaan kuitenkin rakentaa uusia järjestelmiä, jotka tukevat lasten luonnollista käyttämistä. Tämä kuitenkin tarkoittaa, että tarvitaan uudenlaisia käyttöliittymiä korvaamaan perinteinen näytön, näppäimistön ja hiiren sisältävä käyttöliittymä.

Tällaisista lähtökohdista ovat syntyneet ajatukset Sam the Castlematen taustalla. Sam on suunniteltu erityisesti lasten orastavan kirjoitus- ja lukutaidon kehittämiseen. Järjestelmä ei suoranaisesti opeta lapsia lukemaan tai kirjoittamaan, vaan kannustaa lapsia aktiiviseen tarinankerrontaan. Tarinoiden kertomisella, muiden tarinoiden muokkaamisella ja jatkamisella on myönteinen vaikutus kielellisten taitojen kehitykseen.

6.2. Taustaa

Sam the Castlemate on kehitetty MIT Media Laboratory:ssä Cassellin johtamassa ryhmässä Gesture and Narrative Language ("eleet ja kertova kieli"). Cassell kertoo kiinnostuneensa teknologian mahdollisuuksista tutkittuaan kymmenen vuotta ihmisten välistä vuorovaikutusta. Tämän jälkeen hän aloitti MIT:ssä keskusteluagenttien (*conversational agents*) kehittämisen. Työn tuloksena on syntynyt useita järjestelmiä. Toinen Cassellin pitkäaikainen tutkimuskohde on ollut tarinankertomisen (*storytelling*) tukeminen. Sam the Castlemate -järjestelmässä yhdistyvät nämä kaksi tutkimussuuntaa.

Keskusteluagentit (*Embodied Conversational Agents*) ovat virtuaalisia luonnollisen kokoisia hahmoja, jotka tuottavat ja ymmärtävät ihmisille tyypillistä kommunikaatiota (Cassell, 2001). Ne hallitsevat puheen lisäksi myös eleet ja ilmeet. Agentit edustavatkin multimodaalista käyttöliittymää, jossa modaaliteetteina ovat puhe, ilmeet, eleet ja asennot. Tällöin vuorovaikutuksessa ihmisen ja järjestelmän välillä päästään lähemmäksi ihmisille luonnollista vuorovaikutusta. Ihmisen on helpompi ymmärtää järjestelmää, koska kommunikaatioon yhdistyvät puhe, eleet ja ilmeet. Erityisesti tämä voidaan nähdä auttavan lapsia koneen käytössä. MIT:ssä on kehitetty useita tällaisia keskusteluagentteja sisältäviä järjestelmiä.

Ennen Sam the Castlemate -järjestelmää on MIT:ssä tutkittu ja kehitelty useita samoihin asioihin keskittyneitä järjestelmiä: Renga, Rosebud, SAGE, TellTale ja StoryMat (Pakkanen, tässä raportissa). Näistä järjestelmistä Renga, Rosebud ja SAGE käyttivät perinteistä tietokoneen käyttöliittymää ja niiden tavoitteet olivat keskittyneet enemmän kollaboraation ja yhteisön muodostumisen tukemiseen. TellTale ja StoryMat oli jo suunniteltu tarinankerronnan tukemista ajatellen. Näissä järjestelmissä hyödynnettiin jo myös ajatusta, että lapsille soveltuvien järjestelmien tulee sallia vapaampi liikkuminen ja vuorovaikutus kuin mihin perinteisellä käyttöliittymällä pystytään.

Sam the Castlematen taustalla on ajatus opettaa lapsille luku- ja kirjoitustaitoja. Järjestelmä on kuitenkin suunnattu lapsille, jotka eivät vielä osaa kirjoittaa tai lukea, mutta näiden taitojen kehittyminen on pitkä prosessi ja järjestelmän tarkoitus onkin tukea prosessin alkuvaiheita (Cassell, 2001). Kirjoitus- ja lukutaidon kehittymistä tukee lapsille ominainen tarinoiden kertominen. Kertoessaan tarinoita lapset aktiivisesti luovat uutta omaa ymmärrystä ympäröivästä todellisuudesta ja itsestään. Samalla lapset harjaannuttavat ajatteluaan ja kielellisiä taitojaan. Tämä tapahtuu luonnollisesti leikkimällä ja erityisesti silloin kun leikkiin ottaa osaa muitakin lapsia. Nykyiset teknologiat eivät kuitenkaan tue tätä tärkeää yhdessä toimimisen piirrettä, varsinkaan lapsille suunnatuissa sovelluksissa. Lapsille ei kuitenkaan aina ole tarjolla ikätovereita yhteisiin leikkeihin, jolloin teknologia voisi tarjota tällaista tukea kirjoitus- ja lukutaidon kehittymiseen. Sam the Castlemate on esimerkki ja prototyyppi tällaisesta järjestelmästä, jossa samalla yhdistyvät MIT:ssä kaksi erillistä tutkimusaluetta: keskusteluagentit ja tarinankerrontaa tukevat järjestelmät.

Cassell (2001) ehdottaa mallia, jolla voidaan kuvata kirjoitus- ja lukutaitoa tukevia järjestelmiä. Mallin mukaan teknologisten sovellusten toteutuksessa tulee huomioida neljä piirrettä, jotta ne tukisivat luku- ja kirjoitustaidon kehittymistä:

- on huomioitava luku- ja kirjoitustaidon menestyksellisen kehityksen riippuvuus lasten suullista taidoista,
- on tarjottava ikätoverien tukea oppimiselle joko itse järjestelmässä tai järjestelmää käytettäessä,
- toiminta on siirrettävä pois perinteisestä, lapsille hankalasta tietokoneen käyttöliittymästä, ja
- on sallittava lasten itse rakentaa heille omaa merkityksellistä sisältöä.

Luku- ja kirjoitustaidon kehittyminen Ryökain ja muiden (2002) mukaan perustuu sekä suulliseen että kirjalliseen kielen käyttöön. Tämä ei tapahdu pelkästään koulussa vaan kaikessa vuorovaikutuksessa ja yhteistoiminnassa muiden kanssa. Myös kielen ulkoistaminen nähdään tärkeäksi seikaksi. Tällöin lapsi joutuu todella tuottamaan kieltä loppuun asti ja myös vastamaan kysymyksiin, jos vertaiskumppanit eivät ymmärrä tai esittävät jatkokysymyksiä. Äänen kertominen aktivoi lasta voimakkaammin kuin vain tarinoiden hiljaa omassa mielessä kertominen.

Cassell (2001) ehdottaa myös kriteeristöä, jolla voidaan arvioida luku- ja kirjoitustaidon kehittymistä tukevien järjestelmien toteutusta. Nämä kriteerit kuvaavat millaisia taitoja lapsi tulisi tarvita käyttäessään järjestelmää luku- ja kirjoitustaidon kehittymisen kannalta. Tällaisia kriteerejä Cassellin (2001) mukaan ovat:

- dekontekstuaalisen kielen käyttö,
- metalingvistinen tietämys ja
- yhteistoiminta ikätoverien kanssa uusien merkitysten muodostamisessa.

Dekontekstuaalisen kielen käytöllä (*decontextualized language*) tarkoitetaan taitoa irrottaa kielen merkityksiä kontekstista. Lapsilla ja tarinankerronnassa tämä voi tarkoittaa kykyä jatkaa toisen tarinaa. Tällöin esimerkiksi aloitetussa tarinassa esiintyneet henkilöt voivat esiintyä uudessa ympäristössä ja muuttuneessa tarinassa. Metalingvistisellä tietämyksellä (*metalinguistic awareness*) tarkoitetaan ymmärrystä ja kykyä reflektoida sanojen luonteesta, rakenteesta ja merkityksestä kielessä. Tämä ilmenee lapsen taitona taivutella ja riimitellä sanoja. Yhteistoiminta ikätoverien kanssa (*collaborating with peers to make meaning*) on merkittävää, koska ikätovereita varten kieltä tuotetaan. Aikuisten kanssa lasten kielen tuottaminen voi olla jopa alkeellisempaa, koska lapsi antaa aikuisen hallita tilannetta ja odottaa aikuisen oikaisevan tai ymmärtävän virheetkin. Ikätoverien kanssa lapsi vaihtelee rooliaan ohjaajasta ohjattavaan tilanteesta riippuen. Roolin vaihtuminen tapahtuu joustavasti vuorovaikutuksen kuluessa ja ikätoverit saattavat vaihtaa rooleja useaan otteeseen saman vuorovaikutustilanteen aikana (Ryökai *et al.* 2002).

6.3. Sam the Castlemate -järjestelmä

Sam the Castlemate on uudenlainen järjestelmä, jossa käyttäjä ja keskusteluagentti jakavat saumattomasti yhdistetyn virtuaalisen ja fyysisen ympäristön. Järjestelmä koostuu kahdesta

osasta: virtuaalisesta keskusteluagentista ja lelulinna, johon kuuluu muovisia ihmishahmoja (kuva 1) (Cassell *et al.* 2000).



Kuva 1. Lapsi, linna ja näytöllä Sam. (Ryokai *et al.* 2002)

Nämä hahmot voivat esiintyä sekä järjestelmän virtuaalisella että fyysisellä puolella, kuitenkin niin, että ne ovat tietyllä hetkellä vain jommassa kummassa. Agentti, eli Sam, projisoidaan linnan takana olevalle näytölle ja se pystyy sekä kertomaan että kuuntelemaan tarinoita. Fyysinen lelulinna on siis sijoitettu näytön eteen ja on vain puolet linnasta, sillä linna jatkuu myös näytöllä näkyvän Samin virtuaalisen maailman puolella. Tällöin lapsi voi nähdä kuinka Sam leikkii samalla linnalla ja muovihahmolla. Linnaan kuuluu "taikatorni", jonka kautta muovisia hahmoja voidaan siirtää virtuaalisen ja fyysisen maailman välillä. Järjestelmä pystyy sensoreiden avulla paikantamaan muovihahmojen paikan, jolloin jos hahmot ovat "taikatornissa", voi järjestelmä näyttää hahmon Samin leikeissä virtuaalisella puolella. Jos hahmo on taikatornissa ja Sam leikkii hahmolla virtuaalisella puolella, voi lapsi kuitenkin, suunnitellun käyttötavan vastaisesti, ottaa hahmon "taikatornista". Tällöin järjestelmä reagoi siihen poistamalla hahmon virtuaaliselta puolta välittömästi ja Sam jää ihmettelemään minne hahmo katosi.

Sam sisältää tietokannan erilaisia lyhyehköjä tarinoita. Niissä jokaisessa seikkailee yksi tai kaksi linnasta löytyvää muovihahmoa. tarinat ovat nauhoitettu 9-vuotiaan lapsen lukemina ja tämän lapsen ääni toimii siis myös Samin äänenä. Kaikki tarinat ovat kerrottu ensimmäisessä persoonassa. Kertoessaan tarinoita Sam liikuttaa hahmoja linnan virtuaalisella puolella. Puheenvuoronsa lopuksi Sam laittaa hahmon "taikatorniin" ja rohkaisee lasta jatkamaan tarinaa. Järjestelmä kuuntelee lapsen tarinaa ja vastaa yksinkertaisilla kommentteilla, kuten "cool". Järjestelmä ei sisällä varsinaista puheentunnistusta vaan se tulkitsee sensoreidensa avulla saamansa tiedon avulla leikin edistymistä. Tällaista tietoa se saa muovihahmojen paikoista, äänentunnistimista ja liikkeenilmaisijoista. Linnan jokaisessa huoneessa olevien tunnistimien avulla voidaan päätellä missä huoneissa hahmot ovat ja koska oletetaan, että

kerralla leikkiin osallistuu yksi tai kaksi hahmoa, voidaan ohjata Samin katse, eleet ja ruumiin asento leikin kohteena olevaa hahmoa kohti.

Samin virtuaalinen näytöllä näkyvä hahmo on suunniteltu muistuttamaan 6-vuotiasta lasta. Se ei kuitenkaan omaa mitään sukupuoleen viittaavia piirteitä (Ryokai *et al.* 2002). Tämä on kuitenkin hiukan ristiriitaista, koska Samin äänenä on 9-vuotias tyttö. Tällaiseen ratkaisuun on päädytty, koska synteettinen puhe voi olla vaikeaa ymmärtää, erityisesti lapsille (Ryokai *et al.* 2002).

Järjestelmää ajatellaan käytettävän siten, että lapsi lähestyy Samia, joka huomaa sen sensoreidensa avulla. Sam esittelee itsensä ja kertoo tarinan, jota lapsen toivotaan jatkavan. Järjestelmä ei siis passiivisesti odota, että lapsi alkaisi käyttämään sitä, vaan pyrkii aktiivisesti ohjamaan ja houkuttelemaan lasta suunniteltuun tarinankerrontaleikkiin.

Teknisesti järjestelmä on toteutettu Java- ja C++ -ohjelmointikielillä. Se toimii tavallisessa PC-mikrossa, jossa on näytönohjain. Lisäksi tarvitaan videoprojektori ja -seinä sekä linna ja hahmot liiketunnistimiseen. (Ryokai *et al.* 2002)

6.4. Sam the Castlemate -järjestelmällä tehdyt tutkimukset

Cassellin johtama ryhmä on tehnyt empiirisen tutkimuksen lasten ja Samin yhteistoiminnasta. Testi toteutettiin ns. "Wizard of Oz"-testinä, mikä tarkoittaa, että järjestelmän toimintaa ohjasi ihminen. Tällöin järjestelmä ei päättelyt keräämänsä datan avulla sitä, mitä lapset ovat tekevässä vaan, tämän päättelyn teki järjestelmää ohjannut ihminen. Kokeeseen osallistui 31 lasta, jotka olivat kaikki tyttöjä. Nuorin lapsista oli 4 vuotta 6 kuukautta vanha ja vanhin oli 5 vuotta 6 kuukautta. Lapset olivat etniseltä ja sosioekonomiselta taustaltaan erilaisia. Lapset jaettiin ryhmiin kahdella tavalla. Osa lapsista käytti Samia yksin ja osa kahdestaan. Toinen jako oli leikkiminen linnalla Samin kanssa tai ilman (Taulukko 1).

Ryhmäjako	
A) Yksi lapsi ja Sam	B) Yksi lapsi ilman Samia
C) Kaksi lasta ja Sam	D) Kaksi lasta ilman Samia

Taulukko 2: Testien ryhmäjako

Ryhmässä A oli yhdeksän, ryhmässä B kymmenen, ryhmässä C kuusi ja ryhmässä D kuusi lasta. Yhden lapsen ja kahden lapsen tapauksia vertailemalla voitiin tulkita lasten käyttäytymistä ikätovereidensa kanssa verrattuna käyttäytymiseen virtuaalisen toverin kanssa. Tällöin voidaan selvittää samaistuuko virtuaalinen hahmo ikätoverihin.

Testit suoritettiin MIT:n laboratoriotilassa, johon järjestelmä on rakennettu. Testien aluksi lapsia opastettiin järjestelmän käyttöön. Ohjeet olivat samat jokaisella kerralla, mutta erosivat sen mukaan oliko Sam mukana vai ei. Ohjeistus on esitetty taulukossa 2. Ohjeistuksella on tällaisissa testeissä aina merkittävä rooli, koska se ohjaa testihenkilöiden toimintaa voimak-

kaasti. Erityisesti siihen on kiinnitettävä huomiota lapsien kanssa tehdyissä testeissä ja niistä tehtyjen päätelmien tarkastelussa.

Ohjeet

Aluksi:

“This toy is good for telling stories. See the castle? And the little toy? You can use these to tell stories. Ok, do you want me to show you? I'll tell a story with the toy, and then you can tell a story.”

Jos Sam oli mukana, niin kerrottiin lisäksi:

“That's Sam. Sam likes to tell stories and listen to your stories. Sam knows that it is my turn to tell the story because I will take the toy from the magic tower.”

Lopuksi kerrottiin vielä:

“Tell as many stories as you like [in Sam condition: “with Sam”] and then come and get me.”

Taulukko 3: Testeissä käytetty ohjeistus

Testin alkaessa aikuinen poistui tilasta, joten lapset pystyivät leikkimään järjestelmän kanssa ilman aikuisten läsnäoloa. Tähän ratkaisuun päädyttiin, jotta voitaisiin varmistaa, että lapset pystyvät ottamaan myös ohjaavan roolin vuorovaikutustilanteessa. Testit videoitiin, joten testin valvoja pystyi valvomaan testitilannetta toisesta huoneesta videokuvan välityksellä. Testit kestivät noin 15 minuuttia, josta ensimmäiset viisi käytettiin opastamiseen.

6.5. Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen perusteella Cassell (2001) on tullut johtopäätökseen, että Sam toteuttaa aiemmin esitetyt (luku 6.2.) neljä vaatimusta. Se harjoittaa lasten suullisia tarinankerrontataitoja, sisältää ikätoverin sekä järjestelmässä itsessään että tukee oikean ikätoverin osallistumista leikkiin, käyttöliittymänä mahdollistaa lapsille koko ruumiin käytön leikissä ja sallii lapsien rakentaa omaa merkityksellistä sisältöä.

Tutkimuksessa havaittiin eroja lasten käymissä keskusteluissa Samin kanssa tai oikean ikätoverin kanssa. Tutkimuksen tekijät huomioivat, että lapset keskenään toimessaan siirtyvät luontevasti tarinasta leikin kulkuun koskeviin keskusteluihin ja takaisin (Cassell 2001). Tekijät eivät kuitenkaan nosta esille millään tavalla seikkaa, että ero saattaa johtua siitä, ettei Sam ymmärrä puhetta oikeasti. Tällöin keskusteluun pakostakin syntyy pitkiä puheenvuoroja lyhyiden sijaan, koska muuten leikki kärsii toisen ymmärtämättömyydestä.

Ryokai ja muut (2002) ovat analysoineet tutkimusaineistoa syvällisemmin ja löytäneet eroja lasten käyttämissä ilmaisuissa. Lapset käyttivät merkittävästi enemmän tilaan viittaavia ilmaisuja leikkiessään Samin kanssa kuin leikkiessään yksinään tai pelkän ikätoverin kanssa (Ryokai *et al.* 2002). Lapset myös käyttivät enemmän tilaan viittaavia ilmaisuja kertoessaan toista, kolmatta tai neljättä tarinaansa kuin ensimmäisessä tarinassaan (Ryokai *et al.* 2002), mikä viittaisi järjestelmän synnyttävän lapselle virikkeitä tilallisten ilmaisujen käyttöön. Tutkittaessa aikaan viittaavia ilmaisuja tällaista kasvua ei ollut löydettävissä (Ryokai *et al.* 2002). Nämä seikat antavat viitteitä siitä, että järjestelmä tukee kirjallisten taitojen kehitystä sekä lapsen leikkiessä sen kanssa yksinään tai ikätoverin kanssa. Järjestelmä onnistuu, ainakin toteutetussa

kokeessa onnistui, aktivoimaan lapsia käyttämään tilallisia ilmaisia normaaleja leikkejä enemmän.

Kokeissa tehtyjen havaintojen perusteella järjestelmän luojat ovat huomanneet, että satunnaisesti syntyy ongelmia Samin ymmärtämättömyydestä. Siksi he tutkivat mahdollisuutta lisätä järjestelmään avainsanojen tunnistus lapsen puheesta (Cassell 2001).

6.6. Jatkokehitys

Ryokai ja muut (2002) ovat kehittämässä järjestelmää kahteen suuntaan. He aikovat suunnitella Samin tarinoista enemmän kirjallisia taitoja aktivoivia ja lisätä Samin vuorovaikutteisuutta.

Kirjallisten taitojen aktivoinnilla Ryokai ja muut (2002) tarkoittavat tarinoiden sisältämien aikaan ja paikkaan viittaavien ilmaisujen määrän kasvattamista. Tämän uskotaan rohkaisevan myös lapsia käyttämään niitä enemmän omissa tarinoissaan. Tarinoihin aiotaan sisällyttää myös kohtia, joissa tarinaa kerrotaan selkeästi hahmon näkökulmasta. Näitä eri hahmojen näkökulmia voi yhdessä tarinassa olla useita, jolloin toivotaan lasten käyttävän useampia näkökulmia myös omissa tarinoissaan. Tällöin lasten ulkoistamista tarinoista syntyy entistä monimuotoisempia.

Vuorovaikutteisuuden lisäämiseksi Ryokai ja muut (2002) tutkivat erityisesti mahdollisuutta avainsanojen tunnistamiseen lapsen tarinoista. Myös lelulinnaan ja hahmoihin aiotaan lisätä enemmän sensoreita, jolloin voidaan saada tarkempaa tietoa lapsen tarinassa esiintyvistä hahmoista ja esineistä.

6.7. Päätelmät ja pohdinta

Mielenkiintoisimpia seikkoja Sam the Castlematen yhteydessä on tavoite irroittaa toiminta perinteisestä näytön, näppäimistön ja hiiren käyttöliittymästä kohti luonnollisempaa vuorovaikutusta. Erityisesti lapsille suunnatujen järjestelmien kohdalla tämä on erityisen merkittävää, koska lapsille perinteinen käyttöliittymä voi tuottaa suuria vaikeuksia. Tällöin tietokone ja tekniikka siirtyvät pois toiminnan keskiöstä ja ne siirtyvät enemmän taustalle tukemaan käyttäjän luonnollisempaa toimintaa. Toiminnan avustaminen on useissa tapauksissa ollutkin tietokoneiden perimmäinen tarkoitus, kuitenkin monet asiat ovat siirtyneet riippuvaiseksi tietokoneesta ja sen toiminnasta. Tämä on nostanut itse koneen asemaan, jota ei ole alunperin edes haluttu. Lapsien kohdalla tällainen tavoite on tärkeä siksikin, että lapsille jouduttaisiin ensiksi opettamaan koneiden käyttö ennenkuin voitaisiin keskittyä esimerkiksi luku- ja kirjoitustaidon kehittämiseen, kuten Samin kohdalla halutaan. Perinteinen käyttöliittymä on vielä suunniteltu kirjoitustaidon omaaville (näppäimistö), joten sen käyttö kirjoitustaidon alkuvaiheiden tukemisessa tuntuu hyvinkin vaikealta. Tietysti perinteistä käyttöliittymää voidaan käyttää ilman näppäimistöä vaikkapa hiiren avulla, mutta tämäkin voi olla hankalaa alle kouluikäisille lapsille. Toisaalta Sam ei kuitenkaan täysin pääse tavoitteeseensa lapsiystävällisestä käyttöliittymästä, koska järjestelmä on hyvin paikkaan sidottu videoprojektoreineen ja -tauluineen. Lisäksi fyysisen linnan on oltava tietyllä paikalla eikä ole lasten vapaasti liikuteltavissa omien

tarinoidensa ja mieltymyksiensä mukaan. Joka tapauksessa Sam on hyvä esimerkki järjestelmästä, jolla voidaan auttaa lasten kehitystä.

Samilla tehdyt ja raportoidut testit ovat olleet tähän mennessä vielä pienimuotoisia, sillä niihin on osallistunut vain 31 lasta. Tällä määrällä ei vielä voida tehdä päätelmiä järjestelmän todellisista vaikutuksista lasten kehitykseen tai luku- ja kirjoitustaitoon. Toisaalta tällaiseen tutkimukseen tarvittaisiin myös pitempiäaikaista seuranta ja myös vertaisryhmää. Toteutetut testit siis enemminkin osoittavat järjestelmän toimivan ja sopivan lapsien käytettäväksi. Myös tutkijoiden tekemät suunnitteluratkaisut tuntuvat perustelluilta testien perusteella. Testit oli toteutettu ilman puheentunnistusta ns. "Wizard of Oz"-testeinä, jolloin tutkijat vain simuloivat järjestelmän toimintaa ja saivat enemminkin vahvistusta siitä, miten kehitystyötä tulee jatkaa kuin vahvistusta lasten kielellisten taitojen kehittymisestä.

Tutkijat eivät ole pohtineet lainkaan sitä, kuinka järjestelmän ymmärtämättömyys vaikuttaa lapsien toimintaan. Lapsikin huomaa pian, ettei järjestelmä pysty varsinaiseen dialogiin, koska se ei ymmärrä lapsen puhetta. Tämä varmasti ohjaa lasta leikkimään itsenäisemmin, jolloin Samille jää enemmän sivustakatsojan ja kuuntelijan rooli. Tämä voidaan nähdä myös positiivisena seikkana, koska lapsen pitää toimia tällöin aktiivisesti leikin edistymiseksi. Tämä saattaa siis vahvistaa enemmän lapsen toimimista tarinan aktiivisena kertojana.

Ryokai ja muut (2002) pohtivat myös kehittämänsä järjestelmän suhdetta perinteisempään CSCL-tutkimukseen (*Computer Support for Collaborative Learning*). Perinteisesti teknologian on nähty toimivan alustana, välineenä tai tukena ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa. Erityisesti CSCL-tutkimuksessa on keskitytty opettajan ja oppilaiden väliseen tai oppilaiden keskinäiseen vuorovaikutukseen. Sam the Castlemate -järjestelmä osoittaa kuitenkin kuinka teknologia voi tukea lasten kirjallisten taitojen kehittymistä myös sosiaalisella ja toimintaan aktivoivalla tavalla. Tällöin teknologian voidaan nähdä muuttuvan pelkästä välittäjästä myös itse toimintaan osallistuvaksi kumppaniksi tai osapuoleksi.

Lähdeluettelo

- Cassell, J., Ananny, M., Basu, A., Bickmore, T., Chong, P., Mellis, D., Ryokai, K., Smith, J., Vilhjálmsson, H., & Yan, H. (2000). Shared reality: Physical collaboration with a virtual peer. *CHI 2000 Extended Abstracts*, 259 - 260.
- Cassell, J. (2001). Towards a model of technology and literacy development: Story listening systems. MIT Media Laboratory Tech Report ML-GNL-01-1, July 2001. <<http://gn.www.media.mit.edu/groups/gn/pubs/cassell.literacy.July01.pdf>>. Viitattu 6.11.2001.
- Ryokai, K., Vaucelle, C., & Cassell, J. (2002). Literacy learning by storytelling with a virtual peer. In *Proceedings of Computer Support for Collaborative Learning 2002*.

7. I-balls–kannettavat kansanperinneteknologiat

Mikko Hartikainen

7.1. Johdanto

I-balls luotiin MIT:n Lifelong Kindergarten -yksikössä Folk Computing -projektin yhteydessä. Se on yritys hyödyntää kansanperinteen ja uuden teknologian mahdollisuuksia. I-balls on tässä seminaarityössäni erityisesti tarkastelun kohteena, mutta tärkeää on huomata myös projektin innovatiivinen tapa luoda uusia suunnitteluperiaatteita. Siksi tarkastelen niitäkin.

I-ballsia voidaan sanoa leluksi. Se ei ole varsinaisesti opetuksellinen lelu. Se on kansanperinteellinen lelu, tämä oli tutkimuksen tavoite. Folk computing -projektista on vähän tietoa saatavilla. Minulla oli luettavanani yksi artikkeli (Borovoy *et al.* 2001), jonka lisäksi kävin katsomassa projektin kotisivua (Folk Computing 2001). Tietoa ei siis ollut paljon saatavilla, mutta tässä työssä selvitän minkälaisen kuvan asiasta sain.

Projektin tarkoitus on tutkia kansanperinteen mahdollisuuksia teknologisessa ympäristössä. Jonkinlaisena tutkimuskehystenä voisi kuitenkin lisäksi pitää kansanperinteen yhteisöllisiä ominaisuuksia, niiden toteuttamista ja edelleen kehittämistä teknologian avulla. Tuloksena – tai välituloksena – voidaan täten lukea i-balls. Itse laite on siis sivutuote. I-balls ei kuitenkaan toteuta kansanperinteen kaikkia yhteisöllisiä ominaisuuksia eikä juurikaan kehitä niitä. Tämä tutkimuskehys on kuitenkin oma tulkintani asiasta. Jatkossa puhun tutkimuksesta samoin kuin artikkelissakin on puhuttu – osana Folk computing -projektia, jonka tarkoitus on vain tutkia kansanperinteen mahdollisuuksia teknologisessa ympäristössä.

Seminaarityö jakautuu siten, että tämän johdannon ja seuraavan pohjustuksen jälkeen esittelen i-balls -pelit ja tutkimuksessa käytetyt kansanperinnettä hyödyntävät tutkimusperiaatteet. Lopuksi on vielä kritiikkiä. Seminaarityö on tekijänsä näköinen, siis kerron asiat niin kuin ne itse näen. Kaikista omaperäisistä ajatuksista en voi kuitenkaan ottaa kunniaa – tämä kirjoitus on viimeistelty esityksen jälkeen, jonka aikana koko ryhmämme oli valppaana. Lisäksi sain nimetyiltä kommentoijiltani myös kirjallista palautetta, jota olen erityisesti hyödyntänyt tekstin viimeistelystä.

7.2. Folk Computing

Alkuun haluan kertoa hieman tästä Folk Computingista ja siten pohjustaa i-ballsin kehitystä.

MIT:n tutkijoiden ajatus lähtee siitä, että nykyisenlainen tutkimus ja tuotekehitys keskittyy teknologioihin, jotka eristävät ihmistä. Tutkimus ei kata riittävästi yhteisöllisiä teknologioita. Yksi syy voisi olla luulo, että teknologia on ristiriidassa ihmisiä yhdistävän henkilökohtaisen tilan kanssa. Siis että teknologia ei voi edistää yhteisöllisyyttä, vaan korkeintaan pyrkiä lähelle yhteisöllisyyden täydellistä tilaa: kasvokkain kohtaamista.

Folk Computing, joka on englanniksikin käsittääkseni yhtä luonnollinen termi kuin sille keksimäni suomennos Kansankoneistus, on projekti jonka piirissä Lifelong Kindergarten -yksikkö tätä tutkimusta edistää. Folk Computing -projektin tarkoituksena on tutkia teknologian mahdollisuuksia tukea kansanperinteelle ominaisia viestintämalleja. Tutkijat käsittävät kansanperinteen hieman kadunmiestä laajemmin. Vaikka Websterin sanakirja määrittelee kansanperinteeseen kuuluvan kertomukset, sanonnat, tanssit ja kansantaiteen muodot, kansanperinteen tutkijat tapaavat kuitenkin nykyään lisätä listaan sellaisia asioita kuin leikit, vitsit ja huhut. Myös entisaikojen romantisoitua koitetaan välttää. Projektilaiset olivat tyytyväisiä lähinnä Barry Toelkenin määritelmään, eli suomennettuna jokseenkin että kansanperinne on "perinteisiin pohjautuvia viestintäyksiköitä, jotka liikkuvat vapaasti muotoutuen dynaamisesti ajassa ja avaruudessa". (Borovoy *et al.* 2001)

Eräs vastaväite i-ball -laitteiden kansankulttuurillisuutta vastaan, jonka tutkijat itsekin nostivat esille tulee niiden korkeasta teknologiasta. Väitteen mukaan kansankulttuuri on lähinnä vain puhuttua eikä vaadi välineitä. Tähän he vastaavat sillä, että kansankulttuuri sisältää pelejä ja leikkejä, jotka vaativat jotain välineitä - vaikkakin niin yksinkertaisia kuin pallo tai paperinpala. Mielestäni tästä voisi kuitenkin esittää jatkokritiikkiä. Lähinnä mielestäni kyseenalaista on sellaisen kojeen kansankulttuurillisuus, jota a) ei ole kaikilla eikä edes kaikkien saatavilla b) jollaista ei voi itse kuka tahansa rakentaa.

Tutkijat tunnustavat, ettei heidän määritelmänsä "kansankulttuurille" ole niin sanantarkka - kuten usein suunnittelussa käytetyissä metaforissa. Tarkoitus ei olekaan tehdä kansankulttuuria kivenkovaan imitoivaa teknologiaa, vaan kehittää vaihtoehtoisia yhteisön vuorovaikutuskeinoja kasvokkain kohdattaessa. Siksi kansankulttuurin määritelmä onkin löysähkö, ja se saakin olla, kun se on pelkkä apuväline varsinaisen tutkimuksen kohteen ollessa hieman eri. Lopullinen tarkoitus oli, kuten tutkijat kuvailevat, "käyttää teknologiaa laajentamaan kansankulttuurin mahdollisuuksia yhteisön rakentajana".

I-balls -pelit syntyivät, kun tutkijat perehtyivät varsinaiseen kansanperinteen runsauden-sarveen - leikkeihin. Siis sellaisiin perinteisiin leikkeihin, joita opitaan kavereilta ja opetetaan toisille, kuten "kivi, paperi, sakset" tai hippa. Tietysti leikeistä on myös sadoittain eri versioita. Jotta liikkuvuus olisi vapaata, oli tuotteen oltava siis mobiili. Tähän asti tutkijat eivät ole kuitenkaan tehneet i-peleistä täysin mobiilia - teknisten rajoitteiden takia käyttäjien piti luoda uudet i-ball -oliot kotitietokoneella, josta ne ladattiin fyysiselle laitteelle, i-socketille. (Borovoy *et al.* 2001)

7.3. Kuvaus i-ballsista

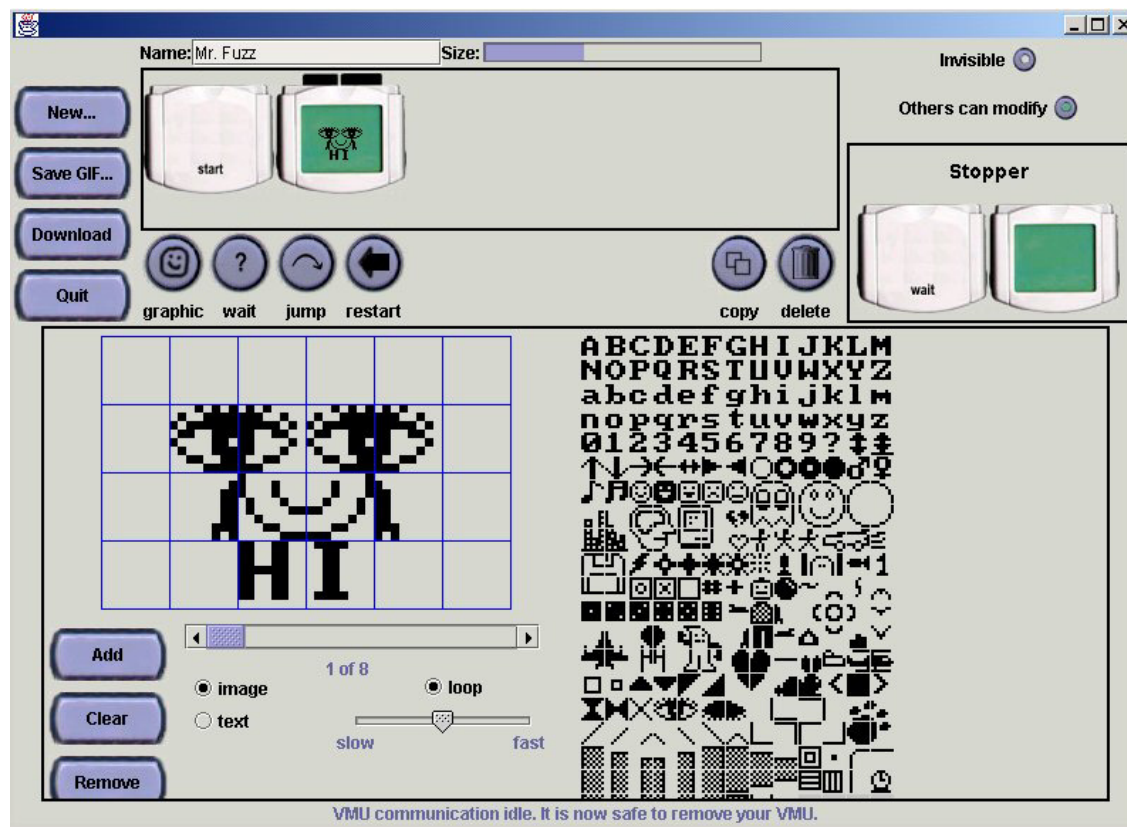
I-balls voidaan jakaa kolmeen loogiseen yksikköön: 1) Kannettava laite, joka nimettiin i-socketiksi, (jatkossa pelialusta) 2) Kotitietokoneella oleva graafinen ohjelmointityökalu, 3) varsinaiset ohjelmat, i-ballit joita voi levittää, kehittää kotitietokoneella ja joiden käytössä usein tarvitsee olla yhteydessä toisen käyttäjän i-socketiin (puhun i-ball -peleistä jatkossa i-peleinä erotuksena i-balls projektista).

Prototyyppi rakennettiin SEGA:n "Visual Memory Unit":n päälle. Tämä VMU on osa DreamCast -konsolipelijärjestelmää. Alkuperäisessä käytössään VMU -kortille voidaan tallettaa jokin tietty tilanne, johon asti peliä on pelattu. VMU ei kuitenkaan ole vain pelkkä kortti, vaan siinä on oma näyttö ja muutama näppäin selailua, lähettämistä ja tallentamista varten. Lähettämistä siksi, koska VMU:ssa on tiedonsiirtomahdollisuus toisen VMU:n kanssa ja itse konsolin kanssa. VMU valittiin sen pienen koon, kestävyuden ja sisäänrakennetun yhteenliittämismahdollisuuden takia - näiden ominaisuuksien yhdistelmä antoi tutkijoille luottamuksen, että i-pelit löytää tiensä lasten kansanperinteelle ominaisiin paikkoihin ja tilanteisiin, vaikkapa koulun käytäville tai bussin takapenkille.



Kuva 1. VMU muunnettuna i-socketiksi

Tutkijat ohjelmoivat VMU:n ominaisuudet uusiksi ja nimesivät laitteen "i-socket":ksi. Varsinaiset i-pelit ovat siis graafisia ohjelmia, joilla on jotain peleille ja leikeille tyypillisiä ominaisuuksia. Koska kyseessä on kuitenkin vasta prototyyppi, eikä VMU:ta ole rakennettu mahdollistamaan ohjelmointia siinä itsessään, tutkijat kehittivät yksinkertaisen PC-ohjelman, jolla voi tehdä i-pelejä (kuva 2). Ohjelmointityökalusta ei ole kuitenkaan kerrottu mitään, ilmeisesti sen suunnittelussa ei ole huomioitu käyttäjiä ainakaan minkään tieteellisen periaatteen mukaan.



Kuva 2. Ohjelmointityökalu.

7.4. Käytännön kokeilut

Pilottitesti järjestettiin syksyllä 1999 konferenssissa, jossa osanottajille, niin lapsille kuin aikuisillekin, annettiin pelialusta kannettavakseen ja paikalle asennettiin seitsemän ”ohjelmointikioskia”. Tutkijat eivät kerro tästä kokeilusta enempää, varmaankin sen lyhyen keston takia. Vuoden 2000 keväällä tutkijat suorittivat laajamittaisemman kokeen, jossa erään koulun oppilaille kolmannesta kahdeksanteen luokkaan, sekä henkilökunnalle (opettajat, rehtori, kanslistit jne.) jaettiin i-socketit. Tämä koe kesti kolme viikkoa.

Kumpikin kokeilukerta osoittautui menestykseksi. Ensimmäisen puolentoista päivän aikana 350 käyttäjää konferenssissa olivat luoneet 1600 uutta i-peliä. Koulussa opettajat, oppilaat ja oppilaiden vanhemmat loivat uusia i-pelejä, joita koulussa innokkaasti jaettiin ja käytettiin. Tutkijoiden ollessa koulussa leikkikentällä heitä vastaan tullut lapsi kysyi ”Ootteko nähneet tätä i-peliä? Se on kuuluisa!”

Kokeitten perusteella i-pelit voitiin luokitella kuuteen tyyppiin:

1. *Kuumat perunat*, eli i-peli joka täytyy antaa eteenpäin tiettyjen sääntöjen ja aikarajoituksen mukaan,
2. *Haut tai Seikkailut*, jotka pistävät i-pelin saajan, leikkijän, etsimään toisia ihmisiä jotka vastaavat leikin vaatimia kriteereitä,
3. *Satunnaisgeneraattorit*, joita käytettiin ”Magic 8 Ball” tyyppisten leikkien tekemiseen. Sain kuulla, että Magic 8 ball on ollut suosittu lelu, joka vastaa hauskaasti kyllä/ei -

kysymyksiin. Kokeilin Magic 8 ballia internetissä ja hauskahan se oli. (Futuregroup 2001)

4. *Liftarit*, eli yksinkertaiset itsenäiset "agentit", jotka liikkuvat yhteisössä kenenkään huomaamatta,
5. *Salaiset*, eli i-pelit, jotka näyttävät eri animaation "sisäpiiriläisille" ja toisen muille (esim. vain oppilaille, ei opettajille) ja
6. *Monen eri laatijan i-peli*, jossa lapset lisäsivät animaatioon oman osuuden ja sitten antoivat sen eteenpäin. (Borovoy *et al.* 2001)

7.5. Kansanperinteelliset ominaisuudet

I-peli -laitteita suunniteltaessa otettiin huomioon tiettyjä kansanperinteelliselle leikille ominaisia piirteitä. Kaikkea ei pystytty toteuttamaan, mutta joiltain osiltaan tämä huomioiminen oli tärkeää ja mahdollisti kanssakäymistä, joka ei muuten ole mahdollista.

Variaatiot

Tärkein poisjäänyt ominaisuus oli tutkijoiden mielestä se, ettei i-pelejä pystynyt editoimaan "lennossa" eli i-socketeissa vaan uudet versiot piti tehdä kiosilla, joita niitäkin oli rajoitettu määrä. Kuitenkin variaatiot katsottiin niin olennaiseksi ja tärkeäksi osaksi kansanperinnekommunikaatiota. Tämän ominaisuuden tukeminen muuttuikin matkan varrella.

Pilottitestissä, joka siis järjestettiin erään konferenssin aikana, todettiin i-socketien tiedonsiirtonopeus sangen epätyytyttäväksi. Siksi i-ball -tiedostojen koko rajoitettiin 512 tavuun. Tämä rajoitus tarkoitti sitä, ettei i-peli voinut sisältää "lähdekoodia", jonka perusteella toiset käyttäjät olisivat voineet muokata i-peli -variaatioita.

Tutkijat kokivat ongelmalliseksi myös sen vaihtoehdon, että voidakseen muokata vanhasta i-pelistä variaation käyttäjien olisi pitänyt rakentaa uusi ohjelma tyhjältä pöydältä. Tästä on helppo olla samaa mieltä, kun tietää miten kärsimättömiä lapset toisinaan osaavat olla.

Ensimmäisellä testikerralla ratkaisuna kokeiltiin tarjota käyttäjille sarjaa erilaisia näyte-i-pelejä. Tähän ratkaisuun ei kukaan kuitenkaan ollut tyytyväinen, sillä se ei vastannut vaatimukseen kansanperinteen sitoutumattomuudesta auktoriteetteihin. Annetut näytteet vaikuttivat nähtävästi luotujen i-pelien luonteeseen ja jälkeenpäin tarkasteltuna näytteitä ei ollut edes tarpeeksi monta saatika tarpeeksi monenkirjavia. Toisella kerralla, kun vartenotettavampi ratkaisu oli löydetty, näytteitä vastaavia "alkuperäiskoodeja" laskettiin 98 kolmen viikon ajalta - kun tutkijat olivat tyytyneet kahteentoista näytteeseen.

Toisella testikerralla päästiinkin variaation tukemisen kannalta tyydyttävään ratkaisuun. Koska kaikki i-pelit luotiin ohjelmointikioskeilla jotka olivat yhteydessä keskuspalvelimeen, jälkiviisaasti katsottuna ilmiselvä vaihtoehto oli ladata kaikki i-pelit lähdekoodeineen keskuspalvelimelle luontihetkellä - kun joku sitten halusi luoda tästä ohjelmasta version, oli mahdollista kopioida alkuperäinen ohjelmarunko eli lähdekoodi ja muuttaa vain niitä osioita

joihin ei ollut tyytyväinen. Näin lähdekoodi ei kuormittanut i-socketien rajallisia tiedonsiirtokykyjä.

Kokeilun jälkeenkin tämä ratkaisu vaikutti toimivalta. Kun tutkijat tulostivat i-pelien "sukupuita", kävi ilmi, että suurin osa i-peleistä olikin itse asiassa uusia versioita - suosituimpia oli suorastaan sukupolvittain. (Borovoy *et al.* 2001)

Hyppy

Tutkijat huomasivat, että perinteisissä lasten leikeissä on kahden tasoista antamista. Toisaalta itse leikit siirtyvät lapselta toiselle, kun leikin keksijä tai välittäjä kertoo uudelle osapuolelle leikin säännöt. Toisaalta taas leikki saattaa itsessään sisältää antamista, kuten esimerkiksi hipassa, jossa jaetaan "hippaa" - siis sitä, kenen vuoro on olla "se", tai vaikkapa leikissä "Laiva on lastattu...", jossa kertojan vuoron mukana liikkuu usein myös pallo. (Borovoy *et al.* 2001)

Hyppyominaisuus ohjelmoitiin sisäiseksi i-pelin ominaisuudeksi. Tämä tarkoittaa teknisesti siis sitä, ettei i-pelia ohjelmoivan lapsen tarvitse huolehtia, että ohjelma siirtyy pyörimään toisen käyttäjän i-pelissa ja deletoi itsensä edellisestä, vaan riittää että valitsee ohjelmointiympäristössä ohjelmalle haluamaansa kohtaan hyppyominaisuuden. Käytännössä hyppy tarkoittaa i-pelissa sitä, että esimerkiksi kuuma peruna -tyyppisen ohjelman pystyy ohjelmoimaan joko siten, että aika tikittää kunnes siirtää kuuman perunan jollekin toiselle, jolloin ohjelma häviää siltä joka antoi sen pois - tai siten, että annettuaan kuuman perunan pois käyttäjälle jää jokin osa ohjelmasta, vaikkapa kunniakirja onnistuneesta perunan jakelusta.

Tutkijat eivät kuitenkaan kommentoi tämän ominaisuuden tarpeellisuutta. Voi olla, että he pitävät sitä itsestäänselvyytenä. Olisi kuitenkin mielenkiintoista tietää esimerkiksi miten usein tätä ominaisuutta käytettiin ja miten suosittuja nämä i-pelit olivat, joissa sitä oli käytetty. Toisaalta hyppy on vain yksi ohjelmoinnillinen ominaisuus, eikä koko ohjelmointityökalustakaan ole kerrottu tarkemmin. On hiukan hämäävää, minkä takia on päädytty kertomaan juuri hypystä. Joka tapauksessa hyppy on yksi kansanperinteellinen ominaisuus, joka on saatu i-ballsissä toteutettua.

Kaikkialle saatavuus

Kansanperinteelle kenties teknologisesti hankalin ominaisuus on vaatimus sen toistettavuudesta missä tahansa, milloin tahansa. Tai ainakin missä tahansa. Lasten leikeille ominaiset tapahtumapaikathan ovat alueita, joita aikuisten mälsät rajoitukset eivät ole täysin tukahduttaneet.

SEGAN VMU oli ilmeisesti hyvä valinta tältä kannalta - ainakin tutkijoiden kertomus ensimmäiseltä päivältä vahvistaa tätä mielipidettä. Kun tiedemiehet esittelivät koululaisille tietokoneluokassa ohjelmointityökalun mielenkiintoisia ominaisuuksia, he kyllä kuuntelivat kiltisti mutta mitään varsinaista innostusta ei syntynyt. Kansanperinne ei kukoista rajoitetussa ympäristössä. Vasta kun tutkijat kiertelivät koululla, he totesivat i-peli -innostuksen levinneen -leikkikentällä, ruokalassa, opettajien huoneessa (opettajien suojapaikka rajoituksilta, joita he asettavat itselleen ollakseen esimerkillisiä lasten silmissä) ja jopa vessassa, jota tutkijat värikkäästi kuvaavatkin lasten kansankulttuurin keitaaksi. (Borovoy *et al.* 2001)

Yhteisön tiivistäjä

Yksi kansanperinteen tärkeistä ominaisuuksista on yhteisön tiivistäminen. Tarinat, jotka ovat kaikille tuttuja ovat osa kollektiivista muistia, leikit joita yhdessä leikitään tekevät muukalaisista kavereita ja niin edelleen. Tutkijat halusivat i-pelin sisältävän tämän yhteisöllisyyden tiivistämiskyvyn ja he onnistuivatkin siinä. Ensimmäisen kokeen jälkeen tehdyssä kyselyssä monet lasten vanhemmat kiittelivät, kuinka i-peli auttoi heidän muuten ujoa lastaan rohkeasti vuorovaikutukseen toisten lasten ja jopa vanhempien kanssa. Toisen kokeen jälkeen eräs opettaja kertoi, kuinka i-peli on auttanut joissain ihan käytännön ongelmissa, joita yhteisössä on ollut.

Selitys tälle yhteisöllistämiskyvylle voidaan tiivistää yhteen sanaan: tekosyy. I-peli antoi syyn käyttäjille kilpikonnatermiä käyttääkseni hypätä ulos kuorestaan ja liittyä toisten koululaisten seuraan. Erityinen tekosyy oli genren 2 ohjelmat, eli tyyppiä "Quest" eli Seikkailut tai suoraan suomennettuna Haut.

Ensimmäisen Seikkailun ohjelmoi eräs koulun opettajista. Seikkailun mahdollisti se, että i-socketit ovat henkilökohtaisia ja sisältävät tiettyjä perustietoja ja hieman ylimääräistäkin henkilökohtaista infoa. Seikkailu on leikkinä varsin yksinkertainen. I-peli määrää esimerkiksi, että "etsi joku jonka lempiurheilu on tennis". Ohjelma ei jatku, ennen kuin käyttäjä yhdistää i-socketin jonkun sellaisen i-socketiin, joka on ilmoittanut alkukyselyssä lempiurheilukseen tenniksen. Kun tämä "Haku" on tehty, i-peli määrää jonkun toisen tehtävän, samaan tyyliin.

Kun kysymyksiä pystyi vielä yhdistelemään, oli leikki välillä ulkopuolisen silmin katsottuna aika erikoinen: koulullinen lapsia kyselemässä toisiltaan kysymyksiä kuten "onko silmäsi ruskeat ja tykkäät parsakaalista?" (Borovoy *et al.* 2001)

Joka tapauksessa i-peli antoi koululaisille syyn olla yhdessä. Eikä tärkeintä ole tietää toisen lempiruokaa, mutta kun sen tietää niin seuraavan kerran kun näkee, on ehkä helpompi aloittaa jutuskelu – i-peli on antanut tekosyyntä tutustua ennen vieraaseen ihmiseen ja näin lähentänyt yhteisöä. Tutkijoiden mielestä tässä tapauksessa teknologia antaa lisäarvoa kansanperinteelle, mutta mielestäni kyseessä on kuitenkin vain yhden kansanperinteellisen ominaisuuden tekninen toteutus.

7.6. Teknologia värittämässä kansanperinnettä – Sosiaalisten rakenteiden skannaus

Vaikka kansankulttuuri onkin ollut opettavaisessa roolissa, tiedetään sen olevan myös yhteisön peili. Tätä peilimäisyyttä on kuitenkin ollut hankala hyödyntää eikä se ole siten ollut kovinkaan keskeisessä osassa kansankulttuurin merkittävyyden näkökulmasta. LLK:n tutkijoita kiinnostikin edistää tämän ominaisuuden mahdollisuuksien hyödyntämistä.

Tutkijat löysivät jälleen heille sopivimman sitaatin Barry Toelkenilta, jokseenkin että "eräs kansanryhmän avainominaisuuksia tulee aina olemaan ne ulottuvuudet, joihin asti sen omat dynamiikat yltyvät tiedottamaan jäseniään, opettamaan heitä ja vakiinnuttamaan ryhmää".

Luja usko teknologian mahdollisuuksiin parantaa kansankulttuurin voimaa mielessään tutkijat keskittivät kysymyksenasettelun yhteisön rooliin yhteisön opettajana - yhteisöstä itsestään.

Tämä kaikki käytännössä tiivistyy siihen, että i-peli tallentaa sosiaalisen reittinsä, jonka se välittää jokaisen tietokoneeseen yhdistämisen yhteydessä keskuspalvelimelle, josta tutkijat pystyivät analysoimaan sosiaalisia karttoja.

Mutta jotta yhteisö oppisi, tässä tapauksessa koululaiset, ei riitä, että tutkijat analysoivat karttoja keskenään. Siispä koulun koneille asennettiin ohjelma, jolla koululaiset saivat näkyviin näitä karttoja - eräänlaisia i-pelien elinkaaria, leviämismalleja. Valitettavasti koulun koneet olivat kovin hitaita laajojen karttojen muodostamiseen siedettävässä ajassa, joten tutkijat päätyivät tulostamaan isoja kopioita kartoista. Kun he sitten toivat näitä karttoja koulun seinille, lapset saapuivat sankoin joukoin tutkimaan tulosteita. Heitä luonnollisesti kiinnosti nähdä oma nimi listalla ja sitten tutkia sosiaalisia siteitään - eli kavereitten sijoittumista suhteessa häneen.

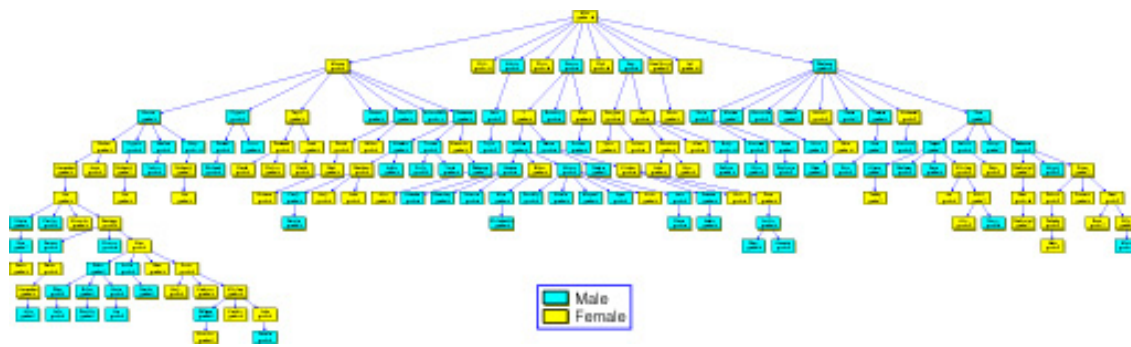
Tunnetusti, tieto lisää tuskaa. Ihmisillä, erityisesti nuorilla ja tv-sarjoista päätellen vielä erityisemmin amerikkalaisilla on luonnollinen tarve olla suosittu. Kun eräskin tyttö huomasi ettei hänen nimeään ole kartalla jossa hän oli odottanut olevansa, oli hänelle katkera huomata etteivät kaverit olekaan antaneet i-peliä hänelle.

Toisaalta eräs poika selitti tarkkaan, kuinka i-pelin coolius ei ole laskettavissa pelkästään sen perusteella, kuinka moni on sen saanut. Jos i-pelin tekijä antoi ohjelman monille, ei se ole niin cool kuin jos antaa vain muutamalle, jotka sitten jakavat sen monille jotka edelleen monille jne.

Näillä kartoilla oli se tutkijoiden toivoma ominaisuus, että niiden avulla oppilaat pystyivät pääsemään eroon vahvoistakin vääristä mielikuvista. Kaksi esimerkkiä tästä.

Eräs tyttö, joka katseli tekemänsä i-pelin karttaa huomasi siellä erään toisen tytön nimen, josta hän ei pitänyt. Hän oli pitänyt huolen ettei varmasti anna i-peliään tälle tytölle - mutta hän ei ollut huomioinut, että joku hänen kavereistaan voisi ollakin tämänkin tytön kaveri ja antaa hänelle tämän i-pelin.

Yksi kolmansista luokista oli tehnyt luokan maskotista i-pelin, ja he pyysivät toistuvasti saada nähdä kartan, kuinka "Shadow" on matkustanut läpi koulun. Kun he sitten lopulta näkivät todellisen kartan, olikin pettymys hurja. Vaikka lähes kaikki kyseisen luokan oppilaat olivatkin saaneet "Shadow" -i-pelin, se ei ollut levinnyt juurikaan luokan ulkopuolelle. Asiasta keskusteltiin huolellisesti ja lopulta oppilaat tekivät oivalluksen: ei pidä yleistää sitä, mikä pätee lähipiirissä laajempia piirejä koskevaksi totuudeksi.



Kuva 3. I-pelin "Romanssi" leviämiskaavio sukupuolen mukaan väritettynä.

Kuvassa kukin solmu edustaa yhtä koululaista, joka on saanut i-pelin. Ylin solmu on siis i-pelin tekijä ja viivoilla on ilmaistu jakelureittiä. Alunperin kuvioissa ei ollut värejä, vaan koululaisten piti tekstin perusteella tutkia i-pelin reittiä. Tutkijat päättivät värittää solmuja tiettyjen ominaisuuksien mukaan, jotta koululaiset voisivat helposti tutkiskella tiettyjä sosiaalisia totuuksia. Esimerkissä on "Romanssi" -niminen i-peli. Tutkijoiden mukaan kuviosta voi päätellä, että i-peli annettiin yleensä saman luokan ja saman sukupuolen oppilaille, mutta minusta on mielenkiintoista, että jotkut oppilaat antoivat i-pelin ilmeisesti mieluummin toisaalta vastakkaisen sukupuolen edustajille. Etnisellä taustalla ei kyseisessä koulussa ilmeisesti ollut suurtakaan merkitystä, mikä on tietysti mukava kuulla – mutta niinhän se taitaa yleensä ollakin, että lapset ovat etnisesti avomielisempiä kuin aikuiset.

Lapsilla on tarve ymmärtää kuuluvansa johonkin sosiaaliseen verkostoon. Tutkijat mainitsevat perinteisinä kansankulttuurin esimerkkeinä kiertokirjeet ja leikin "rikkinäinen puhelin". Kiertokirjeitten toivotaan osoittavan, että ystävien verkosto on koko maailman kokoinen, mutta valitettavasti tämä kanava on heikko eikä raportoi kovin tehokkaasti. Toisaalta rikkinäisen puhelimen leikkimiseen kavereitten täytyy kerääntyä yhteen. I-balls on yritys saada näitä tarpeita luotettavimmiksi ja joustavimmiksi. (Borovoy *et al.* 2001)

7.7. Kritiikki ja kiitos

Sain käyttöni artikkelissa olleita valokuvia projektin jäseneltä, Rick Borovoyltä, kiitos hänelle.

Mielestäni on asianmukaista miettiä hieman onko i-ballsilla kilpailijoita. Toinen tärkeä mietinnän aihe olisi jatkokehitys – mitä i-ballin pitäisi tulevaisuudessa sisältää? Onko jotain tärkeitä ominaisuuksia joita tutkimuksessa ei ole vielä huomioitu? Kolmanneksi haluan pohtia i-ballsin käytännöllisyyttä ja kaupallisuutta.

Tutkijat mainitsevat, että i-ballsia on usein verrattu GameBoyn Pokemon –peliin. Pokemon on läheinen vertailukohta i-ballsille, sillä sekä VMU että GameBoy, jotka ovat tekninen osa näitä sovelluksia ovat SEGA:n valmistamia konsolipelin jatkeita. Tutkijat tunnustavat, että Pokemon –pelissä on joitain kansanperinteellisiä ominaisuuksia, mutta tyrmäävät ehkä liiankin kovakouraisesti sen vertailukelpoisuuden i-ballseihin. Pokemonista puuttuu i-ballseihin verrattuna luomis- ja seuraamismahdollisuudet. Pokemon –hahmoja on joitain satoja, mutta

niitä ei voi itse luoda. Lisäksi pelaajalla ei ole mitään mahdollisuutta seurata, mitä hahmolle tapahtuu kun sen antaa toiselle pelaajalle.

Pokemonissa on kuitenkin yksi puoli, jota i-ballseilla ei ole: täysi liikkumisvapaus. Mikäli i-ballseja ei olisi rajoitettu PC:llä luotaviksi, ei niilläkään olisi voinut olla näitä luomis- ja seuraamismahdollisuuksia jotka Pokemonilta puuttuu. Mikäli GameBoyn teknologia joskus mahdollistaa luomisen, ei ole mielestäni kaukaa haettua etteikö tämä luomismahdollisuus tulisi Pokemon -pelin silloiseen versioon mukaan. Samoin seurattavuus – se vaatii teknologisesti vain GameBoyhin liitettäväksi joitain matkapuhelinominaisuuksia. Siis: Pokemon on tulevaisuudessa mahdollisesti yhtä kansanperinteellinen peli kuin i-ballskin, ellei jopa enemmän.

Lisäksi GameBoy on kaikkien – joilla on rahaa – ostettavissa. Tämä onkin tärkeää huomata. Tietysti testivaiheessa i-ball -prototyyppejä jaettiin vain tietyille ryhmälle, mutta kuinka i-balls sitten käytännössä toimisi? Olisiko testitilanteen tyylinen ”kiertävä näyttely” kenties toimiva malli? Tällöin ainakin kaikilla kyseisen koulun oppilailla olisi i-ball -käyttöliittymä. Mutta jos halutaan mahdollistaa i-ballien käyttö koululaisten muissakin sosiaalisissa ympyröissä, pitää i-balls olla kaikkien saatavilla. Miten tämä mahdollistetaan muuten kuin GameBoyn tyyllisellä kaupallisuudella, joka ei taas takaa että i-ball on jokaisella?

Mielestäni oleellisin puute ja siten myös jatkokehityksen aihe on jo johdannossakin mainitsemani yhteisöllisyyden tukeminen. Kansanperinne on yleensä sosiaalisia rakenteita vahvistavaa, mutta samalla myös yhteisön ulkopuolelle sulkevaa – tarvitaan jotain kontakteja, joiden kautta kollektiiviseen tajuntaan pääsee käsiksi, siis kavereita. Parasta i-ballsissa olikin juuri Quest-seikkailut, joitten avulla käyttäjä pystyy tutustumaan uusiin ihmisiin, turvallisessa kouluympäristössä. Täytyy vain kyseenalaistaa, tarvittiinko tätä pohjatyötä. Olisihan Quest voitu toteuttaa jotenkin muutenkin, mahdollistaahan monet muotilelutkin vastaavan tyylisten tilanteiden syntyminen. Samoin sosiaalisten suhteiden skannausta tulisi kehittää yhdistävään suuntaan. Nykyisellään se mahdollistaa tiettyjen käyttäjien silmätikuksi muodustumisen.

Kaikesta kritiikistä huolimatta sanoisin, että innovaatio on hyvä. Kansanperinteen ominaisuuksia saa tuoda uusiin leluihin mukaan ja sitä saa kehittää teknologian avulla. Tutkimustyö kaipaa kuitenkin selkeämpiä linjoja – mitä halutaan saada aikaan? Kun ottaa teknologiset mahdollisuudet huomioon, mielekästä olisi suunnata tutkimusta yhteisön tiivistämiseen ja syrjäytymisen lieventämiseen lelujen avulla.

Lähdeluettelo

- Futuregroup (2001). Futuristic Software's Magic 8-ball.
 <<http://www.futuregroup.com/8ball.asp>>. Viitattu 26.11.2001.
- Borovoy, R., Silverman, B., Gorton, T., Notowidigdo, M., Knep, B., Resnick, M., & Klann, J. (2001). Folk computing: Revisiting oral tradition as a scaffold for co-present communities. *Proceedings of the CHI 2001 conference on Human factors in computing systems*, 466 - 473.

Folk Computing (2001). LLK - Projects - Folk Computing (homepage).
<<http://llk.media.mit.edu/projects/summaries/folk.shtml>>. Viitattu 26.11.2001

8. HandLeR – mobiili oppiminen

Anna-Maija Kangas

8.1. Johdanto

Voidaan olettaa, että jo lähitulevaisuudessa useat koululaiset ja opiskelijat omistavat yhden tai useamman käsitietokoneen, jota he kuljettavat aina mukanaan. Sharples (2000) näkee, että kouluissa ja yliopistoissa ei pitäisi estää näiden laitteiden käyttöä vaan päinvastoin, rohkaista opiskelijoita niiden käyttöön, sisällyttämällä koulut ja yliopistot näihin henkilökohtaisiin teknologioihin. Tulevaisuudessa tulisikin tutkia sitä, kuinka mobiilit välineet voisivat tukea elinikäistä oppimista - jokapäiväisten tilanteiden vangitsemista ja niiden jakamista toisten ihmisten kanssa, oman henkilökohtaisen tiedon ja kokemusten hallintaa pitkällä aikavälillä sekä yleensä henkilökohtaisia oppimisprosesseja.

Tässä luvussa esittelen elinikäisen oppimisen teoreeman ja käsittelen niitä vaatimuksia, jotka se asettaa mobiilin oppimisvälineen suunnittelulle; sekä ohjelmiston, laitteiston että käyttöliittymän suunnittelulle. Sen jälkeen kuvaan HandLeR-prptotyypin, joka kehitettiin Birminghamin yliopistossa kuuden opiskelijan projektina. Tämän projektin päämääränä oli kehittää henkilökohtainen mobiili työväline, joka mahdollistaa teknologian välittämän elinikäisen oppimisen. Mobiilin oppimisvälineen kohderyhmänä ovat pääasiallisesti kaiken ikäiset ihmiset, tässä projektissa suunnitellun prototyypin kohderyhmä oli kuitenkin 7-11 vuotiaat lapset, jotka olivat mukana kehitystyössä ja joilla prototyyppi myös testattiin. Käyn ensin läpi lapsilta kerätyn aineiston ja lopuksi esittelen tutkimuksen pohjalta suunnitellun HandLeR oppimisvälineen.

8.2. Taustaa

Elinikäinen oppiminen

Koulutus oppilaitoksissa ei ole ainoa tapa opiskella ja oppia. Sitä täydentää elinikäinen oppiminen (*lifelong learning*), jonka tavoitteena ei ole haastaa koulutusinstituutiota eikä kattaa niiden opettussisältöjä. Elinikäisen oppimisen pääoletus on, että kouluissa ja yliopistoissa ei ole

mahdollista varustaa ihmisiä kaikilla niillä tiedoilla ja taidoilla, joita elämänvarrella tarvitaan. Ihmisten tarvitsee koko ajan parantaa ja kehittää tietojaan ja taitojaan pystyäkseen ratkaisemaan vastaan tulevia ongelmia ja pystyäkseen kehittämään itseään niin työssä kuin muillakin elämän alueilla. Koulutuksen haasteena onkin nyt mahdollistaa ihmisten oppimisen hallitseminen erilaisissa konteksteissa, eri elämän vaiheissa.

Oppiminen on kontekstisidonnaista; oppimista ilmenee aina kun arkipäiväiseen rutiiniin tulee katkos ja kun oppijan täytyy reflektoida ko. tilannetta, tunnistaa ongelma ja saavuttaa ymmärrys siitä. On ollut paljon keskustelua tarpeesta laajentaa pääsymahdollisuuksia oppimisresursseihin (varsinkin internetiin) julkisista paikoista kuten esimerkiksi kirjastot. Vähän on kuitenkin keskusteltu mahdollisuudesta tarjota oppijoille teknologia, joka auttaa heitä oppimaan milloin ja missä he haluavat ja joka tukee heidän henkilökohtaista oppimistaan koko heidän elinikänsä. Yhdenlainen teknologinen sovellus, joka on suunniteltu tukemaan lapsen oppimista, on esitelty tässä teoksessa artikkelissa ActiMates Barney – oppimiskaveri (Nina Nupponen). Barneyn kehitystyössä on huomioitu se, että vaikka tietokoneet ovat sopivia oppimisen tukemiseen tietyllä tasolla, niin niillä on kuitenkin rajoituksensa varsinkin sosiaaliselta puolelta katsottuna. Sosiaalisella vuorovaikutuksella on suuri rooli myös elinikäisessä oppimisessä, joka tapahtuu aina oppijan sosiaalisessa ympäristössä, joka sisältää opettajan ja muut oppijat. Vaikka Barney käyttöliittymänä eroaakin myöhemmin esiteltävästä HandLeRista, niissä molemmissa on kuitenkin tausta-ajatuksena tarjota lapselle tuttu hahmo, joka tukee ja auttaa lasta oppimisessa.

Elinikäinen oppimisväline

Jotta laite voi toteuttaa elinikäistä oppimista, sen tulee olla:

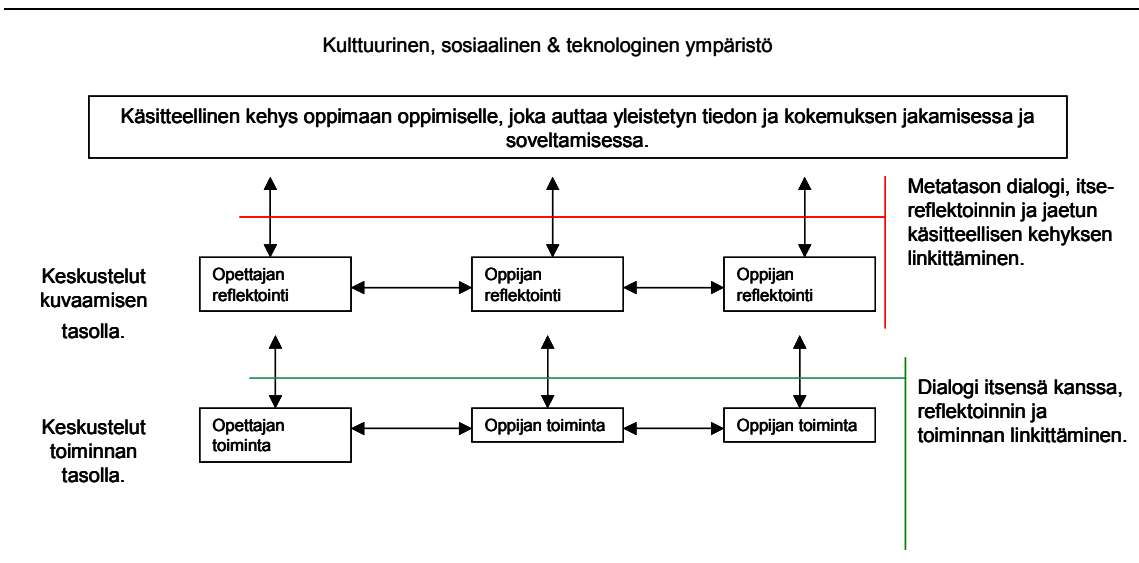
- mukana kannettava, jotta se on oppijan saatavilla aina kun oppimista voi/halutaan tapahtuvan,
- henkilökohtainen, jolloin se mukautuu oppijan kykyjen, tiedon ja oppimistyylin mukaan,
- ei-häiritsevä, niin että oppija voi tallentaa tilanteita ilman että tekniikka millään tavalla häiritsee tilannetta,
- aina saatavilla ja mahdollistaa kommunikointi opettajien, experttien ja ikätoverien kanssa,
- pysyvä siinä mielessä, että se mahdollistaa oppimisen hallinnan koko eliniän sekä pääsytyn kerättyyn tietoon teknologian muutoksista huolimatta,
- tarpeellinen, jotta se soveltuu jokapäiväisiin kommunikaatio-, työ- ja oppimistarpeisiin ja
- helposti käytettävä, jotta jokainen, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta teknologiasta, osaisi sitä myös käyttää.

Traditionaaliset oppimisen organisoinnin työvälineet ja metodit, kuten muistikirjat, kynät, tekstikirjat, päiväkirjat ja aikataulut, osaksi täyttävät nämä vaatimukset. Uudet teknologiat

voivatkin täydentää näitä vanhoja työvälineitä ja metodeja tarjoamalla mahdollisuuden hallita oppimista pitkällä aikavälillä sekä pääsyn paljon laajempaan tietoverkkoon.

Tietokonevälitteisen elinikäisen oppimisen teoria

Henkilökohtainen oppiminen tapahtuu oppijan sosiaalisessa, kulttuurisessa ja teknologisessa ympäristössä. Oppiminen sisältää ympäristön, sen työvälineiden ja voimavarojen, hyödyntämisen taidokkaasti ongelman ratkaisemiseksi ja uuden tiedon hankkimiseksi. Oppiminen on rakentava prosessi: Ympäristössä toimimista ja sen reflektointia. Toiminta, kuvassa 1 esitetty alin taso, on ongelmien ratkaisemista ja dialogeihin osallistumista, joista hankitaan uutta osaamista. Reflektointi, kuvan 1 keskimmäinen taso, taas vaatii oppijalta tilanteisen toiminnan abstrahointia, jotta hän voi integroida sen hetkisen kokemuksen aikaisemman tiedon ja osaamisen kanssa rakentaakseen uusia tulkintoja.



Kuva 1. Elinikäisen oppimisen keskustelullinen kehys (Sharples 2000).

Opettajan tulee auttaa oppimisprosessissa. Menestyksekkäs opettaminen sisältää kaksi-suuntaisen keskustelun. Opettaja mukautuu oppijan tarpeisiin ja kykyihin, ja vetää oppijan mukaan keskusteluun, jossa diagnosoidaan ongelma ja väärinymmärrykset. Suorittaessaan oppimistoimintoa, sekä opettaja että oppija reflektovat omia toimintojaan. Reflektoiava oppiminen sisältää keskustelun kahdella tasolla: toiminnan ja reflektoinnin tasolla. Keskustelu oppijan ja opettajan välillä vaihtelee tiettyjen esimerkkien ja toimintojen ja toisaalta yleisten periaatteiden välillä.

Ylinä kuvassa 1 on vielä kolmas reflektoinnin ja synteessin taso, oppimisen taso, jossa reflektoidaan omaa oppimista, kyseenalaistetaan aikaisempaa tietämystä ja uskomuksia ja kehitetään strategisempi lähestymistapa opiskeluun.

Tavallisesti oppija ei ole yksin opettajan kanssa, vaan työskentelee yhdessä muiden opiskelijoiden kanssa, jotka kaikki ovat mukana lukuisissa keskusteluissa itsensä, opettajan ja toisten opiskelijoiden kanssa. Nämä keskustelut ovat enemmän kuin informaation jakamista; ne luovat jatkuvan käsitteellisen kehityksen prosessin (jossa oppija uudelleen tulkitsee tilanteellisen

toimintansa yleisiksi periaatteiksi), yhteisen sopeutumisen ja sosiaalisen vaihdon (oppijoista muodostuvan yhteisön kautta).

Henkilökohtaiset teknologiat ja elinikäinen oppiminen

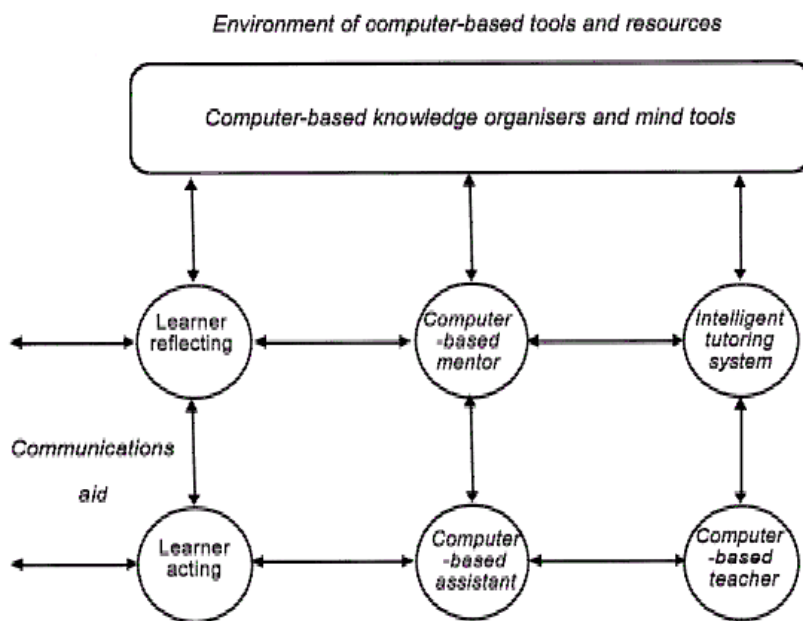
Miten sitten tietotekniikka sopii elinikäisen oppimisen kehukseen? Millä tavalla oppimisen eri tasot voidaan toteuttaa mobiilin oppimisvälineen avulla? Ensin pitää ratkaista se, mikä rooli tietokoneella on. Tietokone voi ensinnäkin toimia opettajana, joka on tietokoneavusteisen neuvonannon tavoite. Jotta tietokone voisi toimia opettajana menestyksekkäästi, sen tulisi suoriutua erilaisista kuvan 2 opettajan rooliin liittyvistä dialogeista.

Tietokone voi myös toimia oppijan assistenttina. Tällaiset avustavat teknologiat sisältävät simulaatioita ja mallintamistyövälineitä samoin kuin aktiivisemmin opastusta tarjoavia oppaita tai mentoreita. Elinikäisen oppimisen pedagogiset agentit voitaisiin sisällyttää jokapäiväisiin laitteisiin, kuten kamerat, tarjoten ohjeita ei vain siitä miten laitetta käytetään, mutta myös siitä, kuinka laitetta käytetään tehokkaasti tai luovasti. Yhdentyypinen assistentti voisi olla esimerkiksi agentti, joka auttaa oppimisen hallinnassa, esimerkiksi auttaa oppijaa luomaan ja organisoimaan ideoita, opiskelemaan tehokkaasti tai suorittamaan tehokkaampia Web-hakuja.

Kolmas paikka tietokoneelle kehuksessa on oppimaan oppimisen ja tiedon organisoimisen työvälineiden tarjoaminen yhtenäisessä ja jaettavassa käsitteellisessä kehuksessa. Esimerkkeinä tästä voisi olla sanakirjat, käsitekartat, oppimisen organisoijat, aikataulut ja projektinhallintajärjestelmät. Elinikäisen oppimisen kannalta tavoite on luoda ohjelmisto, joka pystyy organisoimaan monien vuosien aikana kerääntyneen informaation.

Teknologia voi toimia myös kommunikaatiovälineenä. Sen sijaan että nähdään kommunikaatio viestien välittämisenä passiivisen välineen kautta opiskelijoiden välillä, välinekin voisi olla aktiivinen ja osallistua keskusteluun. Esimerkkinä tästä Web-sivu, joka esittää materiaalin eri lailla riippuen käyttäjän kyvyistä ja aikaisemmista toiminnoista.

Viimeiseksi, teknologia voi muodostaa osan ympäristöstä, joka välittää oppimista, esimerkiksi tarjoamalla simuloituja laboratorioita, virtuaalimaailmoja, jotka kuvastavat reaali maailman paikkoja sekä online-luokkahuoneita ja kouluja. Nämä paitsi sijoittavat oppimisresurssit tuttuihin konteksteihin, myös tarjoavat sosiaalisia ympäristöjä, jossa voi osallistua keskusteluun ja muuhun toimintaan opettajien ja muiden opiskelijoiden kanssa.



Kuva 2. Mahdollisia tietokoneen rooleja oppimisen tukemisessa (Sharples 2000).

8.3. HandLeRin suunnittelu ja sen käyttöliittymän kuvaus

Edellä esitelty elinikäisen oppimisen teoria identifioi henkilökohtaisen teknologian päätarkoituksen: tukea oppimista edistäviä keskusteluja opiskelijoiden ja opettajan välillä kolmella eri tasolla, toiminnan, reflektoinnin ja oppimaan oppimisen tasoilla. Kuten todettiin, teknologia voi toimia hyvin erilaisissa rooleissa. Tärkeintä on kuitenkin yhdistää nämä toiminnot niin, että teknologia tukee eikä estä oppimista ja toisaalta luo yhtenäisen ja avustavan järjestelmän imagon. Laite joka vuorottelee eri rooleissa, olemalla välillä opettaja tai opas tai virtuaali-luokkahuone, ”hukuttaa” käyttäjän. HandLeRille annettiin rooliksi mentori. Se voi toimia kumppanina nuorelle oppijalle, se voi ehdottaa eri opiskelutapoja, se voi luoda järjestelmiä voimavarojen organisoimiseksi ja ideoiden ja tapahtumisen muistamiseksi jne. Jotta laite tukisi elinikäistä oppimista, tiettyjä asioita tulee ottaa huomioon niin ohjelmistoa, laitteistoa kuin käyttöliittymää mietittäessä.

Ohjelmisto

Jotta ohjelmisto voisi tukea edellä kuvatun kaltaista keskustelullista oppimista, henkilökohtaisen mobiilin oppimisjärjestelmän tulee pystyä tallentamaan, organisoimaan ja hakemaan tapahtumia, caseja, tietorakenteita ja prosesseja maailmanlaajuisesti pitkällä aikavälillä.

Oppimisen taso	Käyttöliittymät ja interaktiot	Mentorin rooli
Opettaminen ja ongelmanratkaisu (toiminnan taso)	Virtuaalioppimisympäristö. Työkalut ongelman ratkaisuun. Simuloidut työvälineet. Äänien ja kuvien taltiointi ja organisointi.	Mentori työkalujen käyttämisen, ongelmien ratkaisun, opettamisen sekä informaation tallentamisen, organisoinnin ja haun apuna.
Reflektointi	Yhteistyössä oppimisen ja tiedon organisoinnin työkalut, esimerkiksi synkronisoitu ja epäsynkronisoitu kommunikointi, hakukoneet, työ- kalut tiedon jakamiseen.	Mentorin rooli avustaa ideoiden luomisessa ja luovuudessa yleensä sekä kommunikoinnissa ja tiedon jakamisessa.
Metaoppiminen	Ajattelua tukevat työkalut, kuten käsitekartat, aikataulut, muistiin- panoverkostot.	Mentori toimii oppimaan oppimisen assistenttina, oppimisen organi- soijana.

Taulukko 1. Mahdollisia ratkaisuja ohjelmistolle sekä mentorin roolille oppimisen eri tasoilla (Sharples 2000).

Aktiivista oppimista varten luotu ohjelmisto voi olla hyvin erilainen tehtävästä ja kontekstista riippuen. Ohjelmisto reflektointia varten pysyy muuttumattomana eri tehtävistä riippuen, mutta mukautuu käyttäjän tarpeisiin ja kykyihin. Metaoppimista varten luotu ohjelmisto suunnitellaan niin, että se tarjoaa yhdenmukaiset työkalut oppimisen hallintaan pitkän aikavälin aikana.

Laitteisto

Suunniteltaessa laitteistoa tärkein kysymys on se, pitäisikö yksilön HandLeRin olla ohjelmisto, joka pystyy toimimaan lukuisissa erilaisissa laitteissa vai kiinteä ohjelmiston ja laitteiston yhdistelmä. HandLeRin kohdalla päädyttiin siihen, että jos sen tulee kestää koko eliniän, niin sen tulee olla ohjelmistoympäristö, joka toimii erilaisissa laitteistoissa, jotta se voisi mukautua käyttäjän erilaisiin tarpeisiin ja konteksteihin.

Aiempana jo lueteltiin joitain vaatimuksia, joita tulee asettaa tällaisen elinikäistä oppimista varten suunnitellun välineen laitteistolle. Sen tulee olla paitsi kestävä, niin myös sellainen, että sitä voi kuljettaa kokoajan mukanaan, laitteen tulee siis olla joko "käteen mahtuva" tai päälle puettava. Kuitenkin suurin vaikeus tavoiteltaessa mukana kuljetettavuutta on akku, sen tulisi olla kevyt ja nopeasti ja helposti ladattavissa.

Laitteessa pitäisi olla kamera ja sen tulisi mahdollistaa erilaisia vuorovaikutustyyylejä, kuten kosketusnäyttö tai kynäkäyttöliittymä, joka asettaa tietyt vaatimukset näytölle, jonka tulisi olla suuri. Toisaalta laitteen tulee olla "ei-häiritsevää" siinä mielessä, että on mahdollista ottaa kuvia ja tehdä muistiinpanoja huomaamattomasti ilman että laitteisto mitenkään häiritsee näitä toimintoja. Jotta laite voisi sopeutua yksilöllisen oppijan tarpeisiin, pitäisi olla mahdollista lisätä vaihtoehtoisia vuorovaikutuksen muotoja, kuten esimerkiksi mahdollisuus kontrolloida laboratorion laitteita. Jotta verkkoresurssien hyväksikäyttö ja saumaton

kommunikointi muiden opiskelijoiden kanssa onnistuisi, laitteen pitäisi pystyä sovitamaan yhteen kommunikaation tapa ja lokaatio, vaihtamalla langattomasta lähiverkosta (koti tai toimisto) matkapuhelinverkkoon ulkona ja lopulta satelliittivälitteiseen yhteyteen, kun ollaan matkapuhelinverkon kuuluvuusalueen ulkopuolella.

Käyttöliittymä ja vuorovaikutus

Kuten jo monessa yhteydessä on mainittu, laitteen tulee pystyä sopeutumaan käyttäjän erilaisiin konteksteihin. Tämä pätee myös käyttöliittymää suunniteltaessa; käyttäjälle tulisi tarjota erilaisia virtuaalisia oppimisympäristöjä, kuten laboratoriot ja luokkahuoneet sekä simuloitteja reaaliympäristöistä, kuten taidegalleriat, historialliset paikat jne. Käyttäjän täytyy myös pystyä kuvaamaan ja tallettamaan omia ajatuksiaan esimerkiksi logiin, päiväkirjaan tai kalenteriin. Laitteen tulee myös mahdollistaa oppimaan oppiminen ideoiden, muistojen ja henkilökohtaisten voimavarojen organisoinnin kautta, jotta se tukisi elinikäistä oppimista.

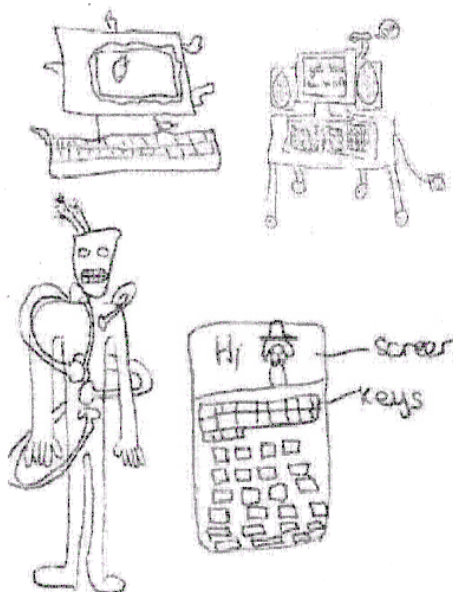
Mentori on ainoa osa ohjelmistoa, joka on pysyvästi läsnä käyttöliittymässä ja siksi se tulee suunnitella erityisen huolella. Tulee siis miettiä sitä, miten mentori oikein esitetään? Onko se jonkinlainen animoitu kokonaisuus, kuten eläin tai henkilö, vai kokonaisuus työkaluja, kuten hakukone ja opiskelun organisoija? Pitäisikö se esittää oppijan alter egona, kanssa-oppijana, simuloituna opettajana vai aidon henkilön avatarina? Jos näiden hahmojen välillä vaihdellaan – aiheuttaako se sekaannusta? Miten yleensä mentori pystyy sopeutumaan oppijan kognitiiviseen ja sosiaaliseen kehitykseen?

HandLeR-projekti

HandleR, tai sen ensimmäinen toimiva prototyyppiversio, kehitettiin Birminghamin yliopistossa kuuden opiskelijan projektina käyttäen apuna OVID-metodia (*Object, View and Interaction Design*). OVID:ssa malli rakennetaan vaiheittain: Ensimmäisessä vaiheessa (*Requirement Analysis*) observoidaan tai muuten mietitään (esim. kirjallisuus, aivoriihi) loppukäyttäjien heidän omassa ympäristössään. Tämän pohjalta kirjoitetaan käyttötapakuvauksia, joissa kuvataan ”arkikielellä” käyttäjien toimintaa ja niitä objekteja, joiden kanssa ollaan vuorovaikutuksessa. Käyttötapakuvausten pohjalta muodostetaan suunnittelijan malli (*designer model*), jossa kootaan yhteen ne objektit, jotka ovat välttämättömiä käyttäjän toiminnan/tehtävän kannalta. Lisäksi muodostetaan tila- ja vuorovaikutusdiagrammeja ennen suunnittelutyön aloittamista. Paperiprototyypit (näytöistä) evaluoidaan loppukäyttäjillä samoin kuin varsinainen laite. (Corlett 2000).

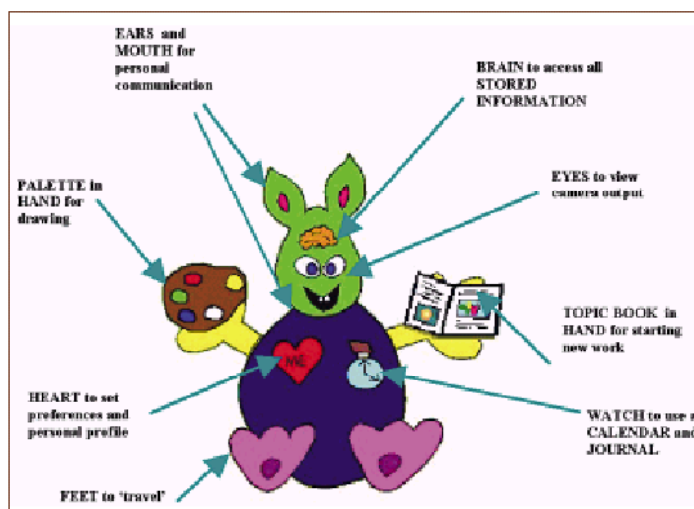
Edellä lyhyesti kuvattu vaatimusanalyysi (*Requirement Analysis*) oli HandLeR-projektin pisin vaihe. Se sisälsi elinikäiseen oppimiseen liittyvään tutkimukseen ja kirjallisuuteen tutustumisen, suunnittelusessioita opettajien ja opiskelijoiden kanssa sekä 11-12 ja 7-12 vuotiaille lapsille suunnatun kyselyn. Miksi juuri tämän ikäiset lapset valittiin tai otoksien koosta ei ole tarkempaa mainintaa, tosin kerrotaan, että 11-12 vuotiailta saatiin 112 vastausta ja 7-12 vuotiailta 107 vastausta. Kyselyistä ilmeni, että lapset haluavat ”tulevaisuuden tietokoneen” puhuvan, olevan älykkään ja omaavan persoonallisuuden. ”Mies koneen sisällä” –

teema nousi jatkuvasti esiin piirustuksissa, joita lapset olivat tehneet aiheena kuvittelemasi tulevaisuuden tietokone.



Kuva 3. 7-12 vuotiaiden lasten piirustuksia aiheesta "tulevaisuuden tietokone".

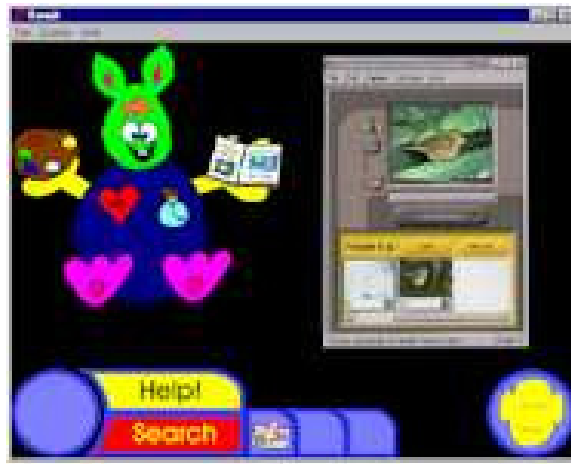
HandleRin käyttöliittymä rakennettiin animoidun mentorin ympärille, joka myös toimii vuorovaikutuksen päämetodina. Tämä päätös tehtiin itse asiassa aivoriihen pohjalta, eikä lapsilta saatujen tuloksien pohjalta, kuten olisi voinut olettaa. Projektiryhmä näki, että ihmisruumis olisi paras metafora käyttöliittymälle; jokainen ihminen ymmärtää oman ruumiinsa funktiot – jalat ovat liikkumiseen, silmät näkemiseen jne. Tämän vuoksi päätettiin sijoittaa kaikki toiminnot ihmisruumiiseen ja tarjota käyttäjälle avatar tai hahmo, joka esittää kaikki ne perustavat toiminnot, joita käyttäjä haluaa käyttää.



Kuva 4. Jänis-avatar (Sharples 2000).

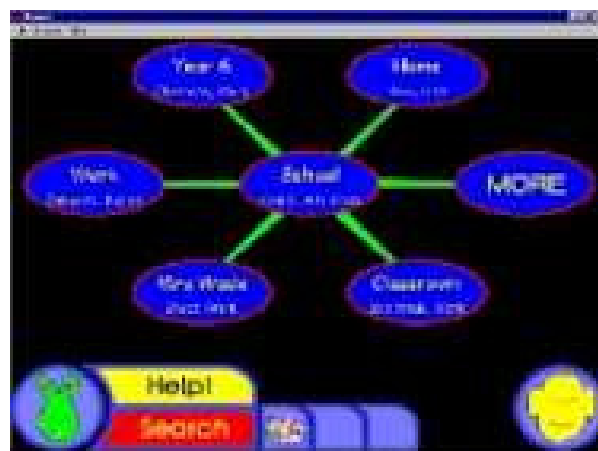
Kuvaus HandLeRista

Mentori, joka kuvattiin piirrettynä jäniksenä, toimii alter egona, joka voi avustaa käyttäjää tilanteiden taltioimisessa, ongelmien ratkaisemisessa ja oppimisen hallinnassa (näitä toimintoja ei kuitenkaan implementoitu). HandLeRin työkalut löytyvät jäniksen eri ruumiinosista ja sen käsissä olevista objekteista. Kun käyttäjä esimerkiksi klikkaa jäniksen silmää hän näkee HandLeRin sisältämän videokameran välittämän kuvan. Väripaletti tuo esille valikoiman piirustustyökaluja, jäniksen toisessa kädessä oleva kirja avaa käyttäjän aihekirjan ja sydän näyttää käyttäjän profiilin. Profiili voi sisältää henkilökohtaisia tietoja, tietoa joka voidaan jakaa muiden HandleReiden kanssa ja mahdollisesti joitain oppimiseen liittyviä asioita.



Kuva 5. HandLeR näytönkuva. Näytöllä ikkuna, joka näyttää kameran taltioiman kuvan.

HandleRin perustoiminnot ovat siis pysyvän ja liikkuvan kuvan taltiointi, piirtäminen ja tekstin syöttö näppäimistön tai käsialan tunnistuksen kautta. Tulevaan dataan liitetään tieto ajankohdasta ja paikasta, (käyttäen GPS-teknologiaa). Käyttäjä voi kopioida ja organisoida kuvia, piirustuksia ja tekstejä aihekirjaan.



Kuva 6. Käsitekartta.

Klikkaamalla mentorin aivoja aukaistaan käsitekartta, joka näyttää toisiinsa yhteydessä olevat käsitteet, käyttäjän nimeämät aiheet (aihekirjasta) sekä ulkopuolelta saadun

informaation, esim. Web-sivu tai muu dokumentti (katso kuva 3). Jos joku aihe ei ole HandLeRista saatavilla, laite ottaa heti yhteyden internetiin ja lataa aiheeseen liittyvän Web-sivun koneeseen. Esimerkiksi hurrikaani-aiheen valinnasta laite aukaisee www.hurricanehunters.com-sivuston.

Käyttäjä voi navigoida aihekartassa joko klikkaamalla keskusympyrää ympäröivää pallukkaa, joka tuo sen keskelle ja näyttää tähän ko. aiheeseen liittyvät asiat. Tai klikkaamalla Hae (Search) ja kirjoittamalla hakusanan tai lauseen, joka kuvaa haettavaa aihetta.

HandLerilla on myös mahdollisuus ottaa yhteys toisiin HandLeReihin. Klikkaamalla kasvoja näytön oikeassa alakulmassa saadaan esiin lista tiedossa olevista kontakteista ja valitsemalla jonkun, tuo esille tämän ko. henkilön mentorin. Käyttäjä voi klikata sen ruumiinosia, esimerkiksi sydäimestä voi nähdä toisen henkilön jaettavan profiilin. Klikkaamalla suuta saadaan suora puhelinyhteys toiseen henkilöön.

HandLeR toteutettiin yhdistämällä Fujitsun kynällä käytettävä tietokone (Windows 95 käyttöjärjestelmällä), Nokian GSM puhelin (sisältäen GPS-vastaanottimen) ja Kodak DVC 323 miniatyyri digitaalivideokamera.

8.4. HandLeRiin liittyvät kokeilut

Ensimmäisessä evaluointivaiheessa lapsille annettiin näytöistä tehdyt prototyypit ja heitä pyydettiin kertomaan, miten he suoriutuisivat annetuista (hypoteettisista) tehtävistä. Lapsilta kerätyt havainnot otettiin huomioon kehitystyön iteraatioissa.



Kuva 7. Lapsi testaamassa HandLeRia.

Viimeisessä evaluointivaiheessa observoitiin kolmea 11-vuotiasta lasta, joille annettiin käyttöön HandLeR, sekä tehtiin kysely 29:lle 10-vuotiaalle lapselle. Kyselyn yhteydessä näytettiin kuva jänismentorista ja pyydettiin arvaamaan kunkin ruumiinosan funktio. Kyselyn tulokset osoittivat, että yli 50 % lapsista tunnisti täysin oikein ruumiinosien toiminnot, lukuun ottamatta kelloa ja jalkoja, jotka muodostuivatkin suurimmiksi huolenaiheiksi. Vain 10 %

lapsista näkivät, että avatarin jalat ovat looginen paikka Internetin avaamiselle ja vain 7 % yhdisti jäniksen kantaman kellon päiväkirjaan. Observoitavat lapset onnistuivat erinomaisesti tehtävissään HandLeRilla: loivat aihekirjan sisältäen siihen kuvia ja piirustuksia ja soittivat HandLeRilla toiseen matkapuhelimeen.

Melkein kaikki lapset esittivät vastalauseen jäniksen ulkomuodosta, tosin jokaisella oli oma näkemyksensä siitä, miten sitä tulisi parantaa. Johtopäätös olikin, että avataria pitäisi pystyä muokkaamaan omien mieltymysten mukaiseksi. Lapset esittivät mahdollisiksi hahmoiksi erilaisia eläimiä, robotteja ja avaruusolioita. Observoitavat lapset pitivät mahdollisuudesta ottaa nopeasti ja epävirallisesti kuvia, joka indikoi aihekirjojen ja kuvien tulostamismahdollisuuden tärkeyttä.

8.5. Kehitystyön esiin nostamat kysymykset

HandLeR-projekti nosti esiin seuraavia kysymyksiä ja mahdollisia aihealueita tulevaan tutkimukseen:

- jo edellä mainittu mahdollisuus muokata mentorin ulkomuotoa,
- kuinka sovittaa yhteen systeemi ja käyttöliittymä oppijan kognitiivisiin ja sosiaalisiin kykyihin,
- elinikäinen oppimisresurssien hallinta ja yritysten ja instituutioiden rooli henkilökohtaista mobiilia oppimista tukevien palvelujen tarjoamisessa,
- opiskelijoiden, opettajien ja experttien välisen vuorovaikutuksen, jota välittää erilaiset henkilökohtaiset teknologiat, suunnittelu ja standardisointi,
- mukautuva kommunikointi; verkkokapasiteetin optimaalinen käyttö ottaen huomioon oppijan lokaation ja tarpeet,
- oppimisresurssien jakaminen ja integrointi internet-pohjaisten oppimisympäristöjen kanssa
- oikeanlaisen laitteiston kehittäminen (vastaamaan parhaalla tavalla aiemmin kuvattuja vaatimuksia) sekä
- opiskelijoiden yhteistyön tukeminen.

8.6. Päätelmät ja pohdinta

HandLeR itsessään laitteena on mielestäni ihan toimiva konsepti, varsinkin jänis (tai yleensä ihmisruumista lähellä oleva olento) käyttöliittymän metaforana on hyvin toimiva lasten kohdalla. Varsinkin kun kohteena on pienet lapset, tällainen vuorovaikutustapa on varmasti paitsi helpompi niin myös hausempi käyttää. Lapsille suunnattuja laitteita suunniteltaessa olisikin hyvä lähteä liikkeelle reaali maailmasta ja mallintaa sitä mahdollisimman pitkälle käyttöliittymässä, kuten tässä tapauksessa melko onnistuneesti tehtiin. HandLeR tuskin olisi toiminut kovinkaan hyvin, jos vuorovaikutus olisi toteutettu esimerkiksi valikkojen kautta. Mutta kuten käyttäjätutkimukset kertoivat, lapsille ei saa kuitenkaan suunnitella mitään liian yksinkertaista; lapset ovat hyvin mielikuvituksellisia (verrattuna aikuisiin!) ja luovia, ja siinä mielessä heille tulee antaa tilaa muokata käyttöliittymää oman näköisekseen. Artikkelista jäi

kuitenkin epäselväksi se, oliko HandLeR-projektin päämääränä suunnitella oppimislaite lapsille vai kaikenikäisille ihmisille. Jos kantavana teemana on elinikäinen oppiminen, niin tuntuisi loogiselta, että myös oppimisvälineen tulisi olla suunniteltu myös aikuisille. Ja annettiinhan laitteen suunnittelua varten varsinkin laitteistoa koskevia elinikäistä oppimista tukevia vaatimuksia, kuten sen kestävyys. Kuitenkin toteutus oli pelkästään lapsille suunnattu laite, joka ei yleensäkään toteuttanut suurtakaan osaa annetuista vaatimuksista.

Jos mietitään HandLeRia oppimisvälineenä ja varsinkin artikkelissa esitetyn elinikäisen oppimisteorian kannalta, niin en voi sanoa, että tavoitteita olisi siis täysin saavutettu. Ensinnäkin koko teoria tuntuu kovin abstraktilta ja vaikeasti sovellettavalta, vaikka niin oli yritettykin tehdä. Se mitä refleктоiva oppiminen dialogeeneen kolmella eri tasolla yleensäkin on ja miten se toteutuu ihmisen elämässä, on vaikeaa ymmärtää, saati sitten soveltaa se toteutumaan mobiilin välineen välityksellä. Joitain ehdotuksia kyllä annettiin, mutta ne, kuten koko teoria, jäivät kovin abstraktille tasolle. Puhuttiin oppimisen organisoimisesta ja hallinnasta sekä toisaalta mentorin erilaisista tehtävistä, mutta mitä näillä oikeasti tarkoitettiin, minä toimintoina ne laitteessa näkyvät ja ennen kaikkea, miten ja todella toteuttavatko ne elinikäisen oppimisen teoreemaa? Joitain esimerkkejä mahdollisista oppimisvälineen toiminnoista annettiin, kuten että sen pitäisi sisältää erilaisia työkaluja, mahdollisuus tallentamiseen jne., mutta ainakin itselleni jäi melko hämäräksi se, miten nämä toiminnot tukevat elinikäistä oppimista; asioiden käsitteellistämistä, dialogin luomista jne. HandLeR-projekti itsessään ei siis tue elinikäisen oppimisen teoreemaa. Kuten jo edellä todettiin, itse laite ei varsinaisesti ole mikään elinikäinen oppimisväline ja toisaalta tätä laitetta ei myöskään käytetty oppimisen testaamiseen. Lapsille tehdyt kyselyt ja observoinnit kattoivat etupäässä käyttöliittymän testaamisen. Sitä, opittiinko laitteella tai tukiko/auttoiko se oppimista, ei ole käsitelty. Olisikin ollut mielenkiintoista kuulla, mitä mieltä lapset olivat ko. laitteesta ja miten he oppivat asioita sen avustuksella.

Epämääräiseksi jää myös se, mitä itse asiassa mentorilla tarkoitetaan ja miksi se on parempi kuin muut annetut vaihtoehdot (esim. teknologia virtuaaliympäristönä). Sharples (2000) puhuu mentorista, joka avustaa paitsi erilaisten työvälineiden käytössä, niin myös itse oppimisessa ja ajattelemisessa. Mentorille annetaan siis lukuisia erilaisia tehtäviä ja rooleja. Tämä on ristiriidassa sen toteamuksen kanssa, että käyttäjää saattaa sekoittaa se, jos teknologian rooli ja tehtävät vaihtelevat tai jos teknologia yleensä esittää eri rooleja laitteessa esim. eri applikaatioiden muodossa. Vielä ristiriitaisemmaksi asian tekee se, miten mentori itse asiassa on toteutettu HandLeRissa. Sanotaan, että se on mentori, mutta se ei kuitenkaan millään muotoa avusta tai neuvo käyttäjää, vaan itse asiassa toimii vain käyttöliittymän metaforana, tarjoten eri työkalut ja toiminnot.

Mielestäni olisikin luontevampaa puhua oppimisen apuvälineestä, koska sitä ainakin HandLeR ja koko visioitu laite realistisesti on. Se tukee ja auttaa varsinkin lasten kohdalla oppimista siinä mielessä, että paitsi lapsi oppii hahmottamaan ympäröivää maailmaa alkamalla ymmärtämään asioiden suhteita ja toisistaan riippuvuutta käsittekarttojen avulla, niin reaalisemmalla tasolla, lapsi voi tallettaa asioita muistiin kuvan, tekstin ja omien

piirustusten muodossa ja luoda ns. omaa tietokantaa oppimistaan asioista aihekirjaan. Se että laite on mobiili, siis mukana kuljetettava, on mielestäni hyvä idea, koska se mahdollistaa asioiden taltioimisen ja kirjaamisen ylös paikasta riippumatta. Yleisemmällä tasolla oppiminen voidaan saada irti normaalista ja konventionaalisesta kontekstista irti, kuten koulu tai kirjasto, jolloin oppiminen sekoittuu arkielämään ja siitä voi tulla mukavampaa. Samoin se, että laitteella voi ottaa yhteyden muihin ihmisiin ja sitä kautta muihin tiedonlähteisiin ja resursseihin, on myös hyödyllinen aspekti. Se helpottaa tiedon hakua ja toisaalta mahdollistaa asioista keskustelemisen, eli teoriaosuudessa käsitellyn dialogin. Artikkelissa viitattiin myös yhteisöllisyyteen; mielestäni tällaisia laitteita tulisi hyödyntää juuri oppimisyhteisöjen luomisessa. Ihminen haluaa aina kuulua johonkin yhteisöön ja mikäpä olisi oppimista edistävämpää kuin mahdollisuus jakaa tietoa ja keskustella asioista samanhenkisten ihmisten kanssa?

Alue, jossa oppimisen apuväline-idea voisi ja tulisi mielestäni hyödyntää ja joka olikin valittu Birminghamin yliopiston opiskelijoiden projektityön yhdeksi aihealueeksi, on oppimisvaikeudet. Näkisin yhtenä tärkeänä tulevaisuuden suunnittelukohteena sellaisten välineiden kehittelyn, jotka tukisivat ja auttaisivat lapsia, joilla on jonkinlaisia oppimisvaikeuksia. Esimerkiksi käyttöliittymä, joka on mallinnettu vastaamaan lapselle tuttuja asioita, olisi varmasti avuksi tällaisissa tapauksissa.

Lähdeluettelo

Corlett, D. (2000). Design: Innovating with OVID. *interactions* 7(4), 19 - 26.

Sharples, M. (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers & Education* 34, 177-193.

Sharples, M (2000). Disruptive Devices: Personal Technologies and Education. University of Birmingham, Educational Technology Research Papers Series ETRP11.

http://www.eee.bham.ac.uk/et_gr/publications/etrp11.pdf. Viitattu 2.1. 2002.

9. Maypole – mobiilia kuvaviestintää

Tommi Komu

9.1. Johdanto

Kuvien käyttö henkilökohtaisen viestinnän apuna on huomattavasti vähäisempää kuin tekstin tai puheen. Kuitenkin nykyinen teknologia mahdollistaa nopean ja helpon kuvien valmistamisen ja lähettämisen sähköisessä muodossa. Lapset voisivat olla otollinen kohderyhmä tutkimusprojekteille tutkia ja kehittää kuvien käyttöön perustuvia viestintämenetelmiä ja laitteita ennakkoluulottomuutensa ansiosta.

Tässä artikkelissa tarkastelen erästä tutkimusta kuvien käyttämisestä henkilökohtaisten viestien välittäjinä mobiilissa ympäristössä. Tutkimus oli osa kansainvälistä EU:n rahoittamaa Maypole-projektia (Talking through pictures, 2001). Maypole sisälsi useita tutkimuksia liittyen kuvia hyödyntävään viestintään. Seuraavassa keskitytään pääasiassa yhteen Maypolen tapaus-tutkimukseen (Mäkelä *et. al.* 2000). Tässä tapaus-tutkimuksessa oli mukana tutkimusosapuolina Tekninen Korkeakoulu Helsingistä ja Wienin yliopisto Itävallasta. Lisäksi mukana oli useita yrityksiä.

Maypole projektin tavoitteena oli tutkia kuvien avulla tapahtuvaa viestintää ja kehittää prototyyppi kuvallista viestintää hyödyntävästä laitteesta lasten käyttöön. Vaikka pääasiallisena käyttäjäkuntana oli lapset, heidän kauttaan mukaan tutkimukseen tulivat kuitenkin myös aikuiset, kuten perhe, sukulaiset sekä muut lasten kanssa sosiaalisissa suhteissa olevat. Suunniteltavan laitteen avulla lapset voisivat kommunikoida kavereidensa ja perheensä kanssa.

Tämän lisäksi projektin tavoitteena oli määrittellä tutkimusten tulosten perusteella ohjeita vastaavanlaisten tutkimus- ja kehitysprojektien auttamiseksi, sekä arvioida erilaisten menetelmien soveltuvuutta. Tämän toivottiin hyödyntävän tulevia tuotekehitysprojekteja kehittämään paremmin toimivia ja erityisesti lapsille soveltuvia laitteita.

Kuvaan seuraavassa taustatutkimusta ja prototyypin kehittelyä, kenttäkokeen tutkimusjärjestelyjä sekä käyn läpi tutkimuksen tuloksia.

9.2. Taustaa

Nykyään ihmiset välittävät toisilleen suuret määrät viestejä, jotka sisältävät tietoa niin päivittäisistä askareista kuin myös tuntemuksista toisia kohtaan sekä kertomuksia oman elämän tapahtumista. Sähköiset viestintävälineet, kuten sähköposti ja tekstiviestit, ovat lisänneet ihmisten mahdollisuuksia lähettää suhteellisen helposti ja halvalla viestejä toisilleen. Lisäksi palaute voi saavuttaa vastaanottajan lähes välittömästi, toisin kuin kirjeitä tai postikortteja käytettäessä, jotka nekin kuitenkin tuntuvat pitävän pintansa uudempien välineiden rinnalla.

Maypole -tutkimusprojektin taustalla oli ajatus, että vapaa-aikaan liittyvää epämuodollista kommunikointia, ja siihen käytettävien apuvälineiden suunnittelua, on toistaiseksi tutkittu hyvin vähän (Mäkelä *et. al.* 2000). Tehdyt tutkimukset ovat pääasiassa käsitelleet työhön liittyvää kommunikointia. Pääpaino työpaikoilla tehdyissä tutkimuksissa on ollut tehtävä-orientoituneella kommunikoinnilla, huolimatta siitä että myös epämuodollista työtehtäviin liittymätöntä kommunikointia tapahtuu (ja myös tarvittaneen) työpaikalla. Tutkimusten tavoitteena lienee ollut saavuttaa välitöntä parannusta työtehosta. Kuitenkin epämuodollisenkin kommunikointi voi varmasti parantaa työtehoa, vaikutus vain ei ole yhtä välitön kuin tehtävä-orientoituneessa kommunikoinnissa. Kiinnostus epämuodollisenkin kommunikoinnin tutkimukseen on kuitenkin alkanut lisääntyä.

Myöskään kuvien käyttöä pääasiallisena (tai jopa ainoana) viestintämuotona ei ole juurikaan tutkittu. Digitaalisten kameroiden yleistymisen myötä syntyy myös tähän liittyvää tutkimusta. Tässä tosin voi käydä niin, että laitteet tulevat markkinoille ja synnyttävät omat käyttötapaansa, ja tutkimukset tulevat perässä dokumentoiden tapahtuneen ja, toivottavasti, myös esittäen parannuksia. Lähivuosien hittituote lieneekin matkapuhelimen ja digitaalisen kameran yhdistelmä. Se miten sitä tullaan käyttämään on vielä arvoitus, mutta kuten tutkijat totesivat, lisää tutkimusta aiheesta tarvittaisiin.

Kenttäkokeiden käyttö kuluttajille suunnattujen, lähinnä vapaa-ajan käyttöön tarkoitettujen, laitteiden suunnittelussa nähtiin yleisesti liian vähäisenä. Syyksi arvioitiin lähinnä kenttäkokeiden aiheuttama laitteiden kehitysajan pidentyminen ja kehityskulujen kasvaminen. Nykypäivänä yritysten tavoitteena on useimmiten saada tuotteet mahdollisimman nopeasti markkinoille, ennen kuin kilpailijat ehtivät esitellä omat tuotteensa. Kenttäkokeiden käyttö olisi kuitenkin suositeltavaa, sillä vaikka jokin tuote tai idea tuntuisi suunnitteluvaiheessa paperilla tai laboratorio-oloissa kuinka hyvältä tai huonolta tahansa, vasta käytännön kokeilu oikeassa ympäristössä antaa riittävää tietoa sen menestyksestä ja soveltuvuudesta käyttöön.

9.3. Tutkittavan prototyypin kehittäminen

Kenttäkokeiden muodossa suoritettavaa tutkimusta varten projekti tarvitsi toimivia prototyyppisiä laitteita. Ennen varsinaisen prototyypin tekemistä suoritettiin kuitenkin esitutkimusta useassa muodossa. Nämä esitutkimukset olivat lähinnä Maypolen muita samaan aihepiiriin liittyviä käyttäjätutkimuksia. (Maypole Project Team 1999)

Tutkijat kokosivat useita kohderyhmiä, jotka koostuivat lähinnä lapsista, sekä joissakin tapauksissa myös heidän vanhemmistaan ja opettajistaan. Kohderyhmät kokoontuivat ideoimaan erilaisia kuvitteellisia laitteita ja suunnittelemaan niitä omien mieltymystensä mukaisiksi. Aikuisten ja lasten yhdessä muodostamat ryhmät mieltivät päivittäistä kommunikointia. Apuna käytettiin mm. päiväkirjaa lasten ja vanhempien välisestä kommunikoinnista, haastatteluita, roolileikkejä sekä erilaisten esimerkkitalanteiden tarkastelua.

Myös kuvien käyttöä tutkittiin. Luokalliselle 12-vuotiaita koululaisia jaettiin kertakäyttökamerat ja heitä pyydettiin kuvaamaan pitämiään asioita. Lisäksi kuvien oli tarkoitus kertoa jonkinlainen tarina, mikä ei kuitenkaan toteutunut aivan niin hyvin kuin tutkijat olivat odottaneet. Digitaalisia kuviakin ja niiden muokkaamista kokeiltiin käyttäen olemassa olevia kaupallisia välineitä. Kahdelle lapsiryhmälle annettiin käyttöön välineet kuvien ottamiseen ja tulostamiseen. Viikkoa myöhemmin tutkijat pyysivät lapsia kertomaan ja näyttämään mitä olivat laitteilla tehneet. Suosituin toiminto oli ollut kuvien muokkaus.

Tulevaa koetta varten kehiteltiin useita erilaisia prototyyppiversioita ja käyttöliittymäkonsepteja. Niitä esiteltiin käyttäjille laitteiden fyysisten mallien, käyttöliittymäkuvien ja storyboardien muodossa, joita käyttäjät saivat arvioida ja kommentoida.

Edellä kuvatuissa esitutkimuksissa havaittua:

- Tärkein asia lasten vapaa-ajan kommunikoinnissa oli sosiaalisten suhteiden ylläpitäminen.
- Vanhempien tarve kommunikoida lasten kanssa liittyi käytännön asioiden hoitoon, mutta myös luottamuksen ylläpitoon lasten ja vanhempien välillä. Lasten menemisiä haluttiin seurata.
- Useamman henkilön välistä kommunikointia tukevalle laitteelle oli tarvetta.
- Kuvilla viestintä voisi tukea sosiaalista kanssakäymistä tekstiä tai ääntä paremmin.

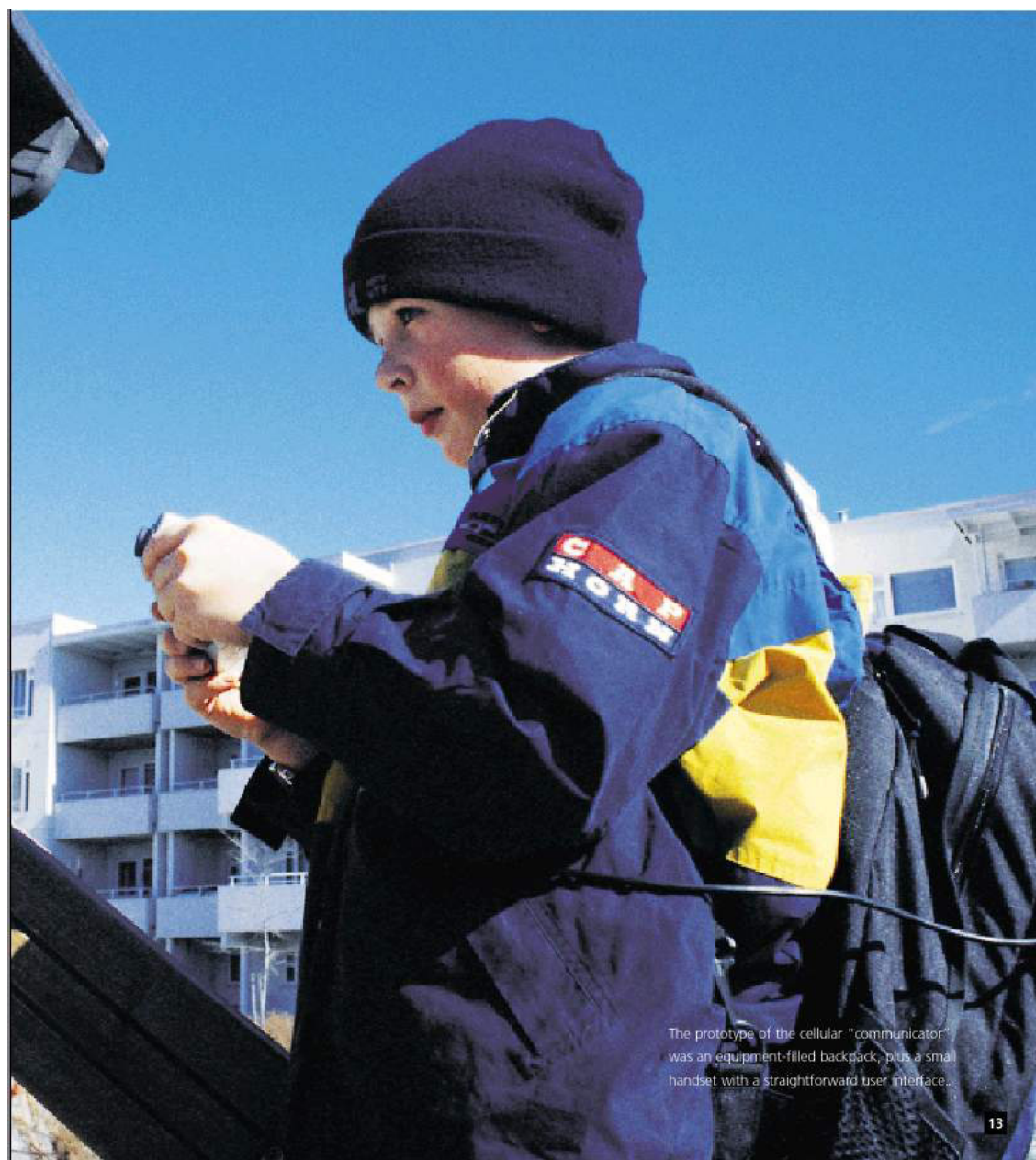
Näiden havaintojen perusteella valittiin lopullinen versio kenttäkokeessa käytettäväksi prototyyppiksi (Mäkelä *et al.* 2000). Testattu prototyyppi toteutti kolmenlaisia toimintoja:

- kuvien ottaminen ja tallennus,
- kuvien muokkaus ja
- kuvien lähettäminen ja vastaanotto.

Kuvien muokkaamiseen oli joitakin melko yksinkertaisia toimintoja, kuten värien muuttaminen ja kuvien yhdistäminen toisiinsa. Kuvista pystyi myös tekemään maksimissaan viiden kuvan kuvasarjoja (Kuva 3, kolmas ja neljäs kuva vasemmalta).

Toiminnoista oli tietoisesti rajattu pois muilla tavoin kuin kuvilla kommunikointi (mm. teksti ja ääni), jotta tutkimustuloksista nähtäisiin erityisesti kuvien käytön vaikutukset. Toisaalta kuvasarjoissa pystyi kuitenkin käyttämään ääni- ja siirtymäefektejä, joka on hieman ristiriidassa edellä mainitun rajauksen kanssa.

Jokaiseen kuvaan liitettiin kuvan ottaneen henkilön tunnus (Kuva 3, pyöreä piirroshahmo kuvien vasemmassa alalaidassa), josta kuvia lähetettäessä vastaanottaja näki keneltä kuva oli.



Kuva 1. Prototyyppi käytössä (Giller *et. al.* 1999).

Fyysisesti laite oli kaksiosainen. Siihen kuului varsinainen käyttöliittymäosa, jolla otettiin kuvia (Kuva 2), sekä reppussa kuljetettava tavallinen pienikokoinen kannettava tietokone (Kuva 1 ja Kuva 4). Käyttöliittymäosa muistutti jossain määrin digitaalista kameraa tai pelikonsolin ohjainta. Reppussa kuljetettava osa ei tulisi olemaan sellaisenaan lopullisessa tuotteessa, vaan sen toiminnot olisi yhdistetty kädessä pidettävään osaan. Laitteesta tulisi siten huomattavasti pienempi kuin prototyyppi oli.

Mukana kuljetettavan laitteen lisäksi prototyypin testauksessa käytettiin palvelinta, jonka kautta kuvat kulkivat laitteesta toiseen. Palvelimelle tallennettiin kopiot kuvista tutkijoiden käyttöön, sekä lokitietoa laitteiden käytöstä.



Kuva 2. Laitteen prototyyppi (Mäkelä *et al.* 2000)

9.4. Tutkimus

Kehitetyt prototyyppejä testattiin kahdessa eri paikassa, Helsingissä ja Wienissä. Kenttäkokeeseen osallistui kaksi erilaista testiryhmää. Ensimmäiseen ryhmään kuului neljä suomalaista poikaa, iältään 12 vuotiaita. He tunsivat toisensa, kävivät samaa koulua ja asuivat samalla alueella. Toiseen ryhmään kuului itävaltalainen perhe. Isä, äiti, neljä lasta (kaksi poikaa ja kaksi tyttöä, ikä 8-15 vuotta) sekä heidän 70-vuotias isoäitinsä, joka asui erillään, mutta samassa kaupungissa.

Kenttäkokeeseen osallistuvien henkilöiden valinnassa käytettiin kahta kriteeriä. Henkilöiden piti olla käyttänyt jo aiemmin jotakin mobiilia kommunikointivälinettä, kuten esimerkiksi matkapuhelinta, jotta tämänlainen kommunikointi olisi heille jossain määrin tuttua jo entuudestaan, eikä uudenlaiseen kommunikointitapaan totutteluun menisi liikaa aikaa. Aiemman kokemuksen lisäksi heidän piti olla kiinnostuneita kehittämään uusia kommunikointitapoja. Nämä vaatimukset tarkistettiin haastatteluilla ennen henkilöiden valintaa.

Lisäksi henkilöiden valintaan vaikutti se, että tutkimukseen oli käytettävissä vain rajattu määrä aikaa. Tutkimuksen ajateltiin edistyvän paremmin, jos henkilöt oman ryhmänsä sisällä tuntevat toisensa jo entuudestaan ja ovat kiinnostuneita kokeilemaan uusia välineitä.

Koehenkilöille jaettiin testattavat prototyyppilaitteet käyttöön neljäksi viikoksi. Heitä seurattiin mm. haastatteleamalla kerran viikossa. Haastateltavat saivat kertoa vapaasti omista käyttökokemuksistaan. Haastattelut suoritettiin osaksi ryhmässä ja osaksi yksitellen. Erityisesti lapset piti erottaa vanhemmistaan asianmukaisten vastausten saamiseksi. Vanhempiansa seurassa lasten kommentit eivät olleet yhtä avoimia ja totuudenmukaisia.

Tämän lisäksi käyttäjien lähettämät kuvat talletettiin palvelimelle, josta niitä pystyttiin seuraamaan ja analysoimaan reaaliajassa. Haastatteluista saadun lisätiedon avulla tutkijat ymmärsivät paremmin kuvien merkityksiä. Palvelimesta oli hyötyä myös virhetilanteiden havaitsemisessa ja nopeammassa korjaamisessa.

9.5. Tulokset

Seuraavia tuloksia lukiessa pitää ottaa huomioon käyttäjäryhmien pienuus ja kokeeseen käytetty aika. Tutkimuksen pääasiallisena tarkoituksena ei ollut saada tilastollisesti päteviä vastauksia yksittäisestä laitteesta, vaan ennemminkin kehittää tutkimusmenetelmiä ja havainnoida niiden merkitystä suunnitteluprojektissa. Tuloksista voitaneen kuitenkin arvioida laitteen hyödyllisyys ja käyttökelpoisuus, sekä ideoida parannuksia siihen.

Laite oli suunnattu pääasiallisesti yli 10-vuotiaille lapsille, ja siinä se olikin onnistunut. Laitteen ulkoasu oli kuitenkin aikuisten mielestä lapsellinen. Heille pitäisikin ehkä suunnitella hieman eri näköinen laite, joka olisi enemmän aikuiseen makuun sopiva. Nuorimmilla ja vanhimmilla käyttäjillä oli hieman vaikeuksia aluksi oppia käyttämään laitetta. Opastuksen jälkeen laitteen käyttö sujui kuitenkin hyvin kaikilta. (Mäkelä *et. al.* 2000)

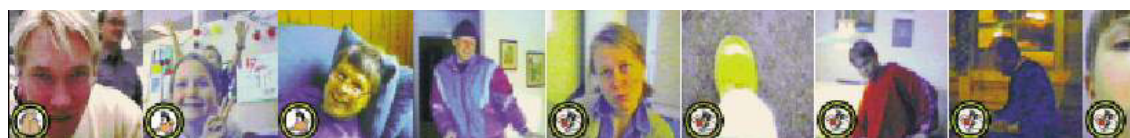
Testin alussa käyttäjät näkivät laitteet arvokkaina ja hajoamiselle herkkinä, ja pelkäsivät hajottavansa ne koekäytön aikana. Kirjalliset vapautukset kaikista korvausvelvollisuuksista kuitenkin auttoivat ja käytöstä tuli vapaampaa.

Kaikilla käyttäjillä oli hauskaa laitetta käyttäessä, eikä lähetettyjen kuvien määrä laskenut ajan myötä. Molemmilla ryhmillä kuvien määrä nousi ensimmäiset pari viikkoa ja tasaantui sen jälkeen.

Tutkimuksessa havaittiin, että suhtautuminen valokuviin voi muuttua niin lapsilla kuin aikuisillakin. Perinteisesti valokuvat ovat olleet muistojen säilyttäjiä, ja erityisesti aikuisten harrastus. Jos niiden ottaminen on halpaa ja helppoa, ja tulokset näkee heti, niin niiden käyttö-tarkoituksia tulee lisää ja niihin aletaan suhtautua erilailla kuin aiemmin. Esimerkiksi lapset alkoivat suhtautua kuviin piirrustuksiin verrattavalla tavalla. Kuvat eivät olleet enää vain juhlatilaisuuksien tallentamiseen tarkoitettuja.

Erilaisia käyttötarkoituksia havaittiin ainakin seuraavia:

- tarinoiden luonti kuvasarjoina,
- taide,
- kiinnostuksen ilmaiseminen ja henkilökohtaiset ihmissuhteet,
- ryhmään mukaan pääseminen ja siihen kuuluminen ja
- kuvien käyttö keskustelun tukena ja selitettäessä jotakin asiaa toiselle henkilölle.



Kuva 3. Tutkimuksen aikana syntyneitä kuvamateriaalia (Giller *et. al.* 1999)

Eri ikäisillä motivaatio laitteen käyttämiseen oli erilainen. Lapsille tärkeintä oli hauskanpito, kun taas isoäidille omien tunteiden jakaminen. Vanhemmille taas kuvien vastaanottaminen lapsilta oli tärkeintä, sillä he eivät ehtineet itse lähettää kovinkaan paljoa kuvia kiireidensä takia.

Testin aikana ilmenikin kaksi muuttujaa, joiden mukaan voitiin ennustaa kuvien käyttöä:

- laitetta käyttävältä henkilöltä löytyvä ylimääräinen aika ja
- henkilön kommunikoinnin perhekeskeisyys.

	Ylimääräistä aikaa	Kommunikoinnin perhe- keskeisyys
Isovanhemmat	Kyllä	Kyllä
Vanhemmat	Ei	Kyllä
Lapset (alle 10 vuotta)	Kyllä	Kyllä
Lapset (yli 10 vuotta)	Kyllä	Ei

Taulukko 1. Muuttujat, joilla voidaan ennustaa kuvien käyttöä (Mäkelä *et. al.* 2000).

Isovanhemmilla ja nuorimmilla lapsilla katsottiin olevan molempia, aikaa ja käyttöä perheen kesken. Aikuisilta puuttui aikaa (ja ehkä hieman motivaatiota) kuvien ottamiseen ja lähettämiseen. Vanhemmat lapset, erityisesti suomalaiset pojat, käyttivät kuvia ikäistensä kanssa kommunikointiin käyttäen omaa kuvakieltään.

Aikuisten käyttöä vähensikin se, että he käyttivät laitetta lähinnä välittämään tarkkoja viestejä, kuten tapaamisesta sopiminen. Tämän kaltaisten viestien tekeminen kuvina oli liian hankalaa ja hidasta, joten kiireisinä he mieluummin käyttivätkin puhelinta. Lapset taas sopivat tapaamisensa useimmiten keskenään kasvokkain esim. koulussa. Heidän käyttönsä olikin enemmän hauskanpitoa eikä niin kriittistä ajan suhteen.



Kuva 4. Lapsia käyttämässä prototyyppiä (Giller *et. al.* 1999).

Tämä kokeilu osoittikin, että kuvien käyttö ainoana kommunikointimenetelmänä vaatii vastaanottajan tuntevan hyvin lähettäjän ja tämän päivittäisen elämänrytmin ja lähetystilanteen kontekstin ymmärtääkseen viestin sisällön. Kuva voi sisältää suuren määrän tietoa, mutta sen tulkitseminen vaatii yhteisen kielen kehittämistä. Tällaisia kieliä syntyykin varmasti kaiken aikaa suullisen viestinnän alueella samaa tahtia kuin erilaisia ihmisryhmiäkin. Niitä ei kuitenkaan yleensä dokumentoida mihinkään ja ne saattavat kuolla pois kun kielen käyttäjäryhmä muuttuu tai hajoaa. Ryhmään kuulumattomat eivät kieltä ymmärrä, eivätkä aina ehkä edes huomaa sen olemassaoloa. Loppujen lopuksi kuva sellaisenaan ei ehkä kuitenkaan koskaan tule toimimaan, vaan vaatii lisäksi joko tekstiä tai ääntä tarkentamaan ja selittämään kuvan sisältöä ja merkitystä.

Tutkimuksen aikana ei ehtinyt ilmaantua kyllästymistä kuvien ottamiseen ja lähettämiseen. Tämä olisi vaatinut pidemmän ajan. On mahdollista, että esim. lapset eivät enää viitsi lähettää kuvia vanhemmilleen, vaan kommunikoivat vain ikäistensä kanssa. Tutkijat totesivat kuitenkin, että lapset lähettävät mielummin kuvan kuin soittavat kertoakseen menoistaan. Tällä tavalla he pystyvät kontrolloimaan paremmin lähettämäänsä viestiä.

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli määritellä suunnitteluohjeita vastaavien laitteiden suunnittelijoille. Tässä tutkimuksessa päädyttiin seuraaviin suosituksiin tutkimukseen osallistuneiden käyttäjien kommenttien pohjalta. Laitteiden pitäisi osata seuraavia toimintoja:

- luoda kuvasarjoja,
- muokata kuvia monilla eri tavoilla,
- liittää kuviin teksti- tai äänikommentteja,
- tallettaa ja tulostaa kuvia,
- lähettää ja vastaanottaa kuvia myös muilla ohjelmilla ja
- jakaa kuvia eri laitteiden kesken (esim. langattoman verkon kautta).

9.6. Yhteenveto

Tutkimusprojekti piti kenttäkokeiden tekemistä tämänkaltaisessa tuotekehityksessä hyödyllisenä ja jopa korvaamattomana. Kokeiden aikana tuli ilmi asioita, joita ei olisi koskaan havaittu laboratoriossa ilman käytännön kokemuksia laitteen käytöstä. Vastaavat kokeet olisivat suositeltavia muissakin tuotekehitysprojekteissa.

Kuva yksin käytettynä ei ehkä tule koskaan toimimaan kovin hyvin kommunikoinnin apuna, siitä huolimatta että kuva ehkä vastaakin tuhatta sanaa. Ei ainakaan ennen kuin syntyy riittävän suuren joukon ymmärtämä kuvakieli. Sen sijaan uskon, että kuva yhdistettynä teksti- tai ääniviestiin tulee olemaan lähitulevaisuuden ehdoton suosikki mobiilissa henkilökohtaisessa viestinnässä. Kuvan, äänen ja tekstin yhdistelmä tulee korvaamaan, tai ehkä pikemminkin parantamaan, tällä hetkellä suosittuja tekstiviestejä. Ja melko varmasti nuoret ja lapset tulevat olemaan ensimmäisiä, jotka sitä hyödyntävät.

Lähdeluettelo

- Giller, V., Tscheligi M., Sefelin R., Mäkelä A., Puskala A. and Karvonen K. (1999). Maypole highlights: image makers, interactions november + december 1999, 12 – 15.
- Maypole Project Team. (1999). What Makes Kids Tick? interactions november + december 1999, 80 – 83.
- Mäkelä, A., Giller, V., Tscheligi, M., & Sefelin, R. (2000). Joking, storytelling, artsharing, expressing affection: a field trial of how children and their social network communicate with digital images in leisure time. Proceedings of the CHI 2000 conference on Human factors in computing systems, 548 – 555.
- Talking through pictures. (2001). <<http://www.i3net.org/i3projects/selectedinfo/maypole-up.html>>. Viitattu 25.11.2001.

10. ActiMates Barney – oppimiskaveri?

Nina Nuppunen

10.1. Johdanto

Tämä luku käsittelee tietokonepehmolelua nimeltään Microsoft ActiMates Barney. Luku perustuu pääasiassa Strommenin (1998) tutkimukseen. Tutkimustietoa Barney-pehmolelusta on aika vähän saatavilla (Strommen 2001).

ActiMates Barney on dinosaurusta esittävä pehmolelu, joka on tarkoitettu 2-5-vuotiaille. Barney sisällä on pieni tietokone ja se voi olla radiolinkin avulla yhteydessä tietokoneeseen tai videoihin. Barney käyttöliittymänä ovat sen käsissä ja jaloissa olevat kosketussensorit ja sen vasemmassa silmässä oleva valosensori. Lisäksi Barney sisällä on moottori, joka saa Barneyn kädet ja pään hiukan liikkumaan. Sisällä on myös kovaääninen, josta kuuluu puheääni. Kun Barney on yhteydessä tietokoneeseen tai videoihin, se voi vastaanottaa uusia sanoja. Kun Barney on yhdistettynä tietokoneeseen se voi myös lähettää tietoa sensoreistaan, jolloin ohjelma voi reagoida sitä kautta käyttäjän toimintaan ja toisaalta Barney reagoi siihenkin, mitä käyttäjä tekee ohjelmassa esimerkiksi hiirellä. Barney on tarkoitus ottaa huomioon lasten sosiaaliset odotukset leikkiverosta ja olla apuna oppimisessa vuorovaikutuksen kautta.



Kuva 1. ActiMates Barney (ActiMates Home Page).

ActiMates Barney-pehmolelua ei ole enää saatavana Microsoftilta, mutta ActiMates home page löytyy osoitteesta <http://microsoft.com/hardware/actimates/default.asp>

Seuraavissa kappaleissa kerrotaan Barney'n kehitystyön taustoista. Sen jälkeen käsitellään Barney'n erilaisia toimintamuotoja ja Strommenin niistä tekemiä tutkimuksia. Luvun loppupuolella kerrotaan omasta tutkimuksestani, jossa kuvattiin Barney-lelua lapsiryhmässä.

10.2. Miksi Barney kehitettiin?

Taustalla Barney'n kehityksessä olivat tutkimukset, että lasten oppimisessa on tärkeä asema sosiaalisella vuorovaikutuksella. Teoriapohjana oli opetuksellisen tuen rakentaminen (*scaffolding*), joka tarkoittaa, että aikuinen tai vanhempi lapsi tukee lasta uuden oppimisessa. Tehtävää yksinkertaistetaan tietyistä kohdista niin, että lapsi saa sen itse ratkaistua. Esimerkiksi lasta voidaan auttaa laskemaan numeroita sormistaan, vaikkei hän vielä pystyisikään muuten muistamaan numeroita. Kielellinen tuki toiselta ihmiseltä auttaa tehtävän suorittamisessa, kunnes lapsi itse oppii käyttämään taitoja, joita hänelle on aikaisemmin neuvonut toinen ihminen. Ongelmanratkaisuprosessin jäsentäminen tietokoneen avulla tarjoaa lapsen ajattelulle tukirakenteita, joiden avulla he voivat suorittaa vaikeita tehtäviä.

Tietokoneet ovat sopivia oppimisen tukemiseen tietyllä tasolla, mutta niillä on rajoituksensa nimenomaan sosiaaliselta puolelta katsottuna. Käyttöliittymät tietokoneen näytöllä ovat usein visuaalisia kaksiulotteisine kuvineen, mutta niitä ei voi sanoa sosiaalisiksi. Ohjelmia käytetään joillain osoitusvälineillä, kuten esimerkiksi hiirellä. Puhuvien hahmojen näytölle lisääminenkään ei riitä tekemään sosiaalista opetuksellisen tuen rakentamista mahdolliseksi.

Barneystä on yritetty tehdä ainutlaatuinen käyttöliittymä, joka käyttää hyväkseen sosiaalista vuorovaikutusta tekniikan lisäksi. Barney on amerikkalaisille tuttu animaatiohahmo televisiosta ja siksi tutkijat katsoivat sen olevan sopiva kumppaniksi oppimiseen. Hahmon ajateltiin itsessään vievän vähemmän huomiota tärkeämmästä, kun se ja sen tavat olivat käyttäjille jo tuttuja. Animaatiohahmo on hyvä myös, koska lapsethan animoivat leikkikalujaan niin kuin ne reagoisivat puheisiin ja olisivat sosiaalisia. Barney toimii siis jollain tavalla kuin sosiaalinen toimija. Sen tekijät väittävät sen olevan ensimmäinen käyttöliittymä, jossa todella on otettu huomioon kielen käyttö ja sosiaalisuus (Strommen 1998).

Barney kehitettiin usean iteraatiokierroksen avulla. Ensimmäisen version jälkeen tehtiin useita testejä ja aina välillä Barneya ja sen ohjelmaa muutettiin. Artikkelissa ei kuvailtu, millä tavoin testejä tehtiin: missä ympäristössä, millaisin testikäyttäjien ja kuinka paljon. Seuraavassa kerrotaan kehityksen vaiheita kaikkien kolmen Barney'n eri toimintamuodon kannalta: Barney itsenäisenä leluna, Barney yhdessä tietokoneen kanssa ja Barney yhteydessä televisioon.

10.3. Barney itsenäisenä leluna

Ensin Strommenin ryhmä tutki Barneya itsenäisenä leluna. Näitä tutkimustuloksia hyväksikäyttäen he muodostivat periaatteet myös muiden käyttötapojen pohjaksi.

Yhdeksi periaatteeksi havaittiin, että oppimiskaverin on oltava ohjaava ja ystävällinen, ei käskävä. Barney'n on tarkoitus olla keskusteleva ja tuttu hahmo. Tähän yritetään päästä esimerkiksi puhettavalla. Barney puhuu lapsista "sinä" ja heistä yhdessä "me". Aikaisemmissa tutki-

muksissa aikuistenkin kanssa on todettu, että suorat kysymykset eivät toimi opetuksessa hyvin vaan parempi on esittää asiat ohjaavilla lauseilla. Testattaessa Barneyn toimintoja tuli esille, että kovin kärkevillä sanonnoilla Barneya tuli ikään kuin pomo ja se vähensi lasten mielenkiintoa. Tästä johtuen Barneyn sanontoihin lisättiin kohteliaita sanoja ja positiivisia lauseita, kuten "Olet minun tärkeä ystäväni" tai "Tämä on hauskaa".

Toiseksi tärkeäksi periaatteeksi havaittiin, että jokaisella sensorilla pitäisi olla oma toiminnallisuutensa. Jo ensimmäisissä testeissä lapset ymmärsivät, että tietyistä Barneyn osista sai toimintoja. Lapset reagoivat heti esimerkiksi Barneyn kehotuksiin puristaa kädestä. 2-5-vuotiaiden lasten oli kuitenkin vaikeaa ymmärtää minkälaisia yhdistelmäkäskejä. Heiltä ei voi vielä ikänsä tähden vaatia osaamista kahden sensorin yhtäaikaiseen käyttöön kuin ei myöskään kahden eri sensorin peräkkäiseen käyttöön. Näistä testituloksista johtuen laitettiin toiminnot hyvin yksinkertaisiksi. Molemmat kädet tekevät yhden ja saman asian. Molemmat jalat aiheuttavat myös yhden ja saman reaktion. Silmillekin on vain yksi reaktio. Vasemman ja oikean puolen raajoille ei voitu laittaa eri toiminnallisuuksia, koska pienet lapset eivät vielä osaa tätä eroa.

Jalasta puristamalla Barney laulaa yhden 16 lastenlaulusta. Kädestä puristamalla Barneya saa sanomaan jonkun toteamuksen tai jotain muuta, esimerkiksi matkimaan eläinten ääniä. Näitä sanontoja on tarjolla 12 erilaista. Silmiä peittämällä Barneya kanssa voi pelata amerikkalaisille lapsille tuttua Peek-a-boo leikkiä, joka Suomessa tunnetaan paremmin Kukkuu-leikkinä. Näihin ratkaisuihin päädyttiin, koska lapset oppivat useiden kuukausien aikana tehdyillä testikerroilla, mistä mikäkin toiminto tulee. He osasivat toimia oikein, kun heitä pyydettiin esimerkiksi laittamaan Barney laulamaan. Lapset oppivat asian jopa yhdenkin session aikana. Tutkijat eivät ilmeisesti huomioineet pitkän aikavälin testauksissaan, että lapset kehittyvät nuorina huimaa vauhtia, joten pelkästään Barneylla ei ehkä ollut osuus heidän oppimiseensa vaan yleistäkin kehitystä tapahtui.

Kolmantena tärkeänä asiana tuli testeissä esiin, että jokaisen toiminnon on keskeytettävä kaikki muut toiminnot. Lapset halusivat tahallisesti keskeyttää Barneya toimintoja esimerkiksi etsiäkseen jonkin suosikkilaulunsa. Tavallinen käyttötapa oli, että lapsi puristi Barneya kättä tai jalkaa ja lauloi tai puhui pelin mukana. Koska Barney arpoi laulunsa ja vuorotteli niitä niin, ettei mikään tullut peräkkäin, pysyi lasten mielenkiinto tällä vaihtelulla yllä vain aluksi. Kun lapset tulivat tutuiksi Barneya tarjonnan kanssa, he kuuntelivat alun lauluista ja yrittivät pian keskeyttää toiminnan toisella sensorilla. Barneya ensimmäisessä versiossa laulun alun jälkeiset sensorien painallukset oli ajateltu tapahtuvan vain vahingossa ja siksi niitä ei huomioitu. Lapset kuitenkin halusivat nopeasti vaihtaa asiasta toiseen ja keskeytellä tapahtumia, siksi päätettiin ottaa riski, että vahingossakin painalluksia tulisi. Artikkelissa ei kerrottu, tuliko vahinkopainalluksia lopulta ollenkaan tai haitaksi asti. Lapset myös halusivat Barneya tekevän jotain tiettyä suosikkiasiaansa. Testit osoittivat sen selvästi. Lapset painelivat esimerkiksi varvasta useita kertoja peräkkäin selataksaan lauluista suosikkinsa. Ensimmäisessä Barneya versiossa laulujen "selaaminen" oli hankalaa ja se johti mielenkiinnon vähentymiseen ja jopa aggressioihin. Siksi toimintojen selaamismahdollisuus lisättiin mukaan.

10.4. Barney yhdessä tietokoneen kanssa

Barneyn yhteys tietokoneeseen tarjoaa hyvän mahdollisuuden laajentaa toimintoja. Barney on osa tietokonetta, joten vain tietokoneen suorituskyky on toimintojen rajana. Barney voi vastaanottaa sensoreilleen uudet toiminnot ja vastaanottaa uusia puheita, kun tietokoneessa on erityinen ohjelma. Barneyn tietokoneeseen yhdistämisen taustalla oli ajatus yhteistoiminnallisesta oppimisesta, jolloin Barney olisi vinkkien antaja ja vahvistaja oppimishjelman kanssa. Tutkijat ajattelivat selvittää, olisiko mahdollista luoda käyttöliittymä, jota käytettäisiin hiiren lisäksi Barneyn sensoreiden avulla. Barney olisi läheisesti yhteydessä ohjelman sisältöön.

Ensimmäisissä testeissä tietokoneen kanssa oli tehtävänä yksinkertainen laskemistehtävä. Kaikki osallistujat olivat tuttuja Barneyn kanssa aikaisemmista sessioista ja he olivat käyttäneet tietokonetta aikaisemmin kotonaan. Testien aluksi lapset leikkivät Barneyn kanssa ihan normaalisti sen sensoreita puristellen, mutta kun otettiin tietokone mukaan toimintaan, käyttäytyminen muuttui. Lapset istuttivat Barneyn heitä vastapäätä ja tarttuivat hiireen keskittymään katsomaan näyttöä. Barneyn sensoreiden käyttäminen unohdettiin täysin. Kun Barney puhui lapsille, he osoittivat hämmästyttävää kykyä kuunnella sitä samaan aikaan, kun keskittyivät käyttämään hiirtä. Lapset hymisivät Barneyn jutuille ja mikä tärkeintä he noudattivat hiirenkäytössä Barneyn ohjeita.

Kun lapsia pyydettiin käyttämään yhtä aikaa hiirtä ja Barneyn sensoreita, tuli ongelmia esiin. Lapset liikkuvat epähuomiossa hiirtä, kun piti painaa sensoreita. Lapset olivat myös ymmällään, että milloin pitäisi käyttää hiirtä ja milloin koskeakin Barneyn sensoreita. Osa päätyi ratkaisuun, että käyttivät toisella kädellä Barneya ja toisella kädellä hiirtä. Tästä aiheutui epämukava asento ja vaikeuksia varsinkin hiiren käytössä, koska suurin osa lapsista valitsi paremman kätensä käyttämään Barneya.

Tutkijoita hämmästytti kuitenkin eniten tulos, mitä lapset olettivat Barneyn toiminnasta. Lapset olettivat selvästi, että jos he nyt painaisivat Barneyn jalkaa niin edelleen Barney sen seurauksena laulaisi laulun. Barneyn odotettiin toimivan aivan samoin kuin aikaisemmin, vaikka tietokone oli mukana toimissa ja vaikka Barneyn puheet viittasivat aivan johonkin muuhun.

Kun lapset leikkivät yhdessä on heidän huomionsa kiinnittynyt toisiinsa, mutta kun lapset käyttävät yhdessä tietokonetta on molempien huomio kiinnittynyt tietokoneeseen. Tätä Barneyn kehittäjät eivät halunneet muuttaa. Jotta huomio pysyisi hyvin tietokoneohjelmassa, Barney ei pyytänyt esimerkiksi pelaamaan kanssaan ollessaan yhteydessä tietokoneeseen. Barney reagoi lapsen hiiren käyttöön usealla eri tavalla, pääasiassa erilaisilla puheilla ja toimii siten oppimiskaverina. Barney voi antaa lisäohjeita, jos lapsi on tehnyt tehtävässä jonkin virheen. Eli käytännössä Barney voi toistaa ohjeen uudelleen. Barney kehuu aina oikein menneistä suorituksista. Avoimissa tehtävissä Barney voi ottaa välillä vuoron, kun lapsi puristaa sitä kädestä, ja saattaa tehdä jonkin osan lisää tehtävään. Näissä tehtävissä Barney pystyy osittain tunnistamaan lasten toimia. Barney voi esimerkiksi kommentoida, jos lapsi käyttää koko ajan samaa väriä väritystehtävissä. Vaikka Barney reagoi lapsen toimiin, ohjaavat

kaikkia ruudulla tapahtuvia toimintoja tietokoneohjelman hahmot. Ne antavat neuvot, mihin klikata ja mitä on tarkoitus tehdä. Barney päädyttiin pitämään melko erillisenä ja toimimaan samoin tavoin kuin itsenäisenä leluna. Barney laulaa edelleen lauluja varpaasta puristamalla. Nyt laulut vaihtelevat enemmän ja mukana laulamassa ovat hahmot ruudulla. Silmät toimivat myös samoin Peek-a-boo pelissä, mutta tässäkin mukana ovat hahmot ruudulla, hekin peittävät omat silmänsä. Kädet säilyvät käyttöliittymänä peleille. Niiden toiminta muuttuu kuitenkin eniten ja sitä kautta Barney voi antaa pieniä neuvoja tai ottaa vuoron tai muuta vastaavaa.

Kaiken kaikkiaan Barney toimii lopulta hyvin samoin tietokoneeseen yhteydessä ollessaan kuin itsenäisenä leluna. Edelleen kaikki keskeyttää kaiken periaate on tärkeä. Hiiri keskeyttää Barneyn toiminnan ja päinvastoin. Lapset käyttivät Barney-pehmolelua melko samoin kuin ilmankin tietokonetta, tyyli ainakin oli sama, eli koko ajan vaihdettiin toimintoa.

10.5. Barney yhteydessä televisioon

Tutkimukset oppimisesta television välityksellä olivat osoittaneet, että lapset oppivat paljon enemmän katsomastaan, jos heidän katsomistaan tuetaan kysymyksiin ja kommentein. Barney kykenee tukemaan lasta puheellaan, kun se on kytkettynä radiolähettimen kautta videolaitteeseen, jossa on tietynlainen videonauha. Videoiden kanssa Barney ei ole niin joustava kuin tietokoneen kanssa, sillä videon kommentit ovat aina samat jokaisella katsomiskerralla ja lapsen toimet eivät mitenkään vaikuta nauhan kulkuun tai Barneyn puheisiin. Barney toimii vain katselukumppanina ei ohjaajana. Barney jakaa yhteisen katselukohteen lapsen kanssa eikä pyydä kiinnittämään huomiota itseensä.

Barney koettaa välillä varmistaa lapsen huomion tarkkaavaiseksi esimerkiksi sanomalla "Katsopa tuota" tai muilla vastaavilla kommentteilla. Barney jakaa tunteita videon tapahtumista. Se saattaa välillä olla surullinen tai sitten nauraa ja laulaa hahmojen mukana. Barney voi myös laskea ja luetella kirjaimia videon hahmojen kanssa. Saadakseen lasta ajattelemaan asioita Barney kyselee kysymyksiä liittyen videoon. Musiikki- ja tanssikohtauksissa Barney yrittää saada lasta liikkumaan kehotuksilla toimia niin kuin hahmot ruudulla ja ohjeita antamalla.

Testattaessa Barneyn toimintaa videon katselussa huomattiin sen vaikuttavan hyvin samoin kuin tietokoneen kanssa: lapset kykenivät kiinnittämään huomionsa videoon, mutta kuuntelemaan ja ymmärtämään samalla Barneyn kommentteja. Useat lapsista myös vastasivat Barneyn kysymyksiin tai toistivat asioita toisille lapsille Barneyn tapaan. Tutkimukset osoittivat, että kriittinen asia oli, katselukumppanin kommenttien ajoitus. Toisaalta ajoituksen oli oltava heti eikä myöhässä, mutta toisaalta Barney ei saanut puhua videon hahmojen kanssa yhtä aikaa. Kommentit eivät saaneet häiritä lasten katselua ja lapsille piti jäädä aikaa reagoida Barneyn kommentteihin.

Videon yhdistetyn Barneyn suunnittelussa oli vaikeutena, kuinka säilyttää samankaltaisuus muihin Barneyn tiloihin. Itsenäisenä leluna ja yhdistettynä tietokoneeseen tapahtuva laulujen laulaminen varvassensorin painalluksen jälkeen oli aivan sopivaa. Yhteydessä

videoihin Barney ei kuitenkaan voinut alkaa laulamaan kesken ohjelman katselun. Se olisi häirinyt katselua ja Barney ei olisi ollut vain katseluun keskittyvä kaveri. Vaikka sensoreiden toimintojen piti säilyä samanlaisina, oli niiden kuitenkin sovittava sosiaaliseen kontekstiinkin. Yhtenä vaihtoehtona kokeiltiin, että Barneyyn sensorit eivät olisi aktiivisia videoiden katselun aikana, jolloin niistä ei aiheutuisi häiriötä. Barney vain seuraisi ohjelmaa ja kommentoisi asioita. Videota katsellessaan lapset painelivat Barneyyn sensoreita vähemmän kuin muiden käyttötapojen aikana, mutta he ihmettelivät suuresti, kun Barney ei reagoinutkaan vaan jatkoikin omaa puhettaan. Lapset alkoivat hermostua ja painelivat sensoreita vielä enemmän. Tästä aiheutui häiriötä ohjelman katselulle jopa enemmän kuin jos Barney olisi toiminut edellisten kertojen tavoin.

Ratkaisua ongelmaan haettiin tarkkailemalla, kuinka lasten huomio vaihteli videoiden katselun aikana. Lapset eivät kiinnittäneet Barneyyn niin paljon huomiota kuin leikkiessään tietokonemoodissa tai itsenäisenä leluna. He painelivat sensoreita kuin ohimennen katsellen kuitenkin samalla tarkasti television. Lapset koskettelivat myös vanhempiaan televisiota katsellessaan ja vanhemmat reagoivat takaisin taputtamalla tai sipaisemalla. Niinpä Barneyyn sensorien toiminnoksi laitettiin television katseluun liittyviä sanontoja. Tämä piti lapset tyytyväisenä, eivätkä he ollenkaan kaivanneet Barneyyn lauluja katselun aikana. Toinen asia oli kuitenkin Peek-a-boo. Sen lapset olettivat toimivan samoin myös televisiota katsottaessa. Tällöin Barney laitettiin kuitenkin sanomaan ”En näe televisiota” tai jotain muita tilanteeseen sopivia lauseita.

Barneyyn käyttöä televisiota katsellessa erosi muista tavoista monella tavalla: Kun muissa tiloissa Barney reagoi ensisijaisesti lasten toimiin, se videoiden kanssa reagoikin ensisijaisesti video-ohjelmaan. Samoin kuin muidenkin käyttötapojen aikana sensorien painaminen keskeytti muun toiminnan, esimerkiksi siis Barneyyn kommentit videosta keskeytyivät, jos lapsi painoi sensoreita. Ollessaan yhteydessä video-ohjelmaan Barney toisti aina samat kommentit, koska ne olivat nauhalle valmiiksi koodattuja. Tästä olisi voinut seurata, että lapset kyllästyvät kommentteihin ja oppivat ne. Asiasta ei mainittu Strommenin (1998) artikkelissa mitään. Toisaalta jaksavathan lapset katsoa samoja videoita muutenkin useita kertoja.

Peek-a-boo leikki erosi hieman muista tiloista television yhteydessä. Niissä Barney lopetti leikin, jos silmät jätettiin pitkäksi aikaa peitettyiksi, koska Barney ei leikkiäkseen ollut välttämätöntä nähdä. Tutkijat ajattelivat, ettei Barney kuitenkaan voi tehdä niin videoiden kanssa, koska eihän kukaan voi näkemättä kommentoida ohjelmaa. Tutkijat totesivat kuitenkin, että on tässä tapauksessa parempi säilyttää yhtenäisyys eri tilojen välillä. Muuten Barney ei voisi katsoa televisiota huonossa valaistuksessa ja kokonaan Barneyyn toiminta videoiden kanssa jäisi pois. Kehittäjät päättivät ottaa mieluummin riskin, että välillä Barney sanoisi epäloogisia kommentteja.

10.6. Johtopäätöksiä Strommenin tutkimuksesta

Vaikeinta suunnittelussa oli saada tuotteesta opetuksellisesti tarkoituksenmukainen ja kuitenkin säilyttää yhdenmukaisuus eri käyttötapojen kesken. Hyvä käyttöliittymä on

yhdennäköinen, koska se vähentää oppimisen tarvetta ja saa käyttöliittymän toiminnan olevan ennustettavaa. Kuitenkin Barney vaati joitain kontekstiin liittyviä muutoksia, joiden avulla se saattoi tukea lasta erilaisissa tilanteissa.

- Itsenäisenä leluna Barney on vuorovaikutuksessa suoraan lapsen kanssa.
- Tietokoneen kanssa oppimiskumppanina Barney tarjoaa apua, rohkaisee ja tarkkailee.
- TV:n katselukumppanina Barney kiinnittää huomionsa televisioon.

Tutkijoille kuitenkin kaikkein hämmästyttävien kokemus oli, kuinka monitahoisia lasten sosiaaliset hahmotukset erilaisista medioista olivat. Barney'n eri moodit oli suunniteltava vastaamaan lasten kokemusta erilaista medioista. Tutkijat pitivät Barneya onnistuneena apuvälineenä oppimiseen. Lisäksi Barney oli hyvänä esimerkkinä tulevaisuuden sosiaalisiin asioihin perustuvien käyttöliittymien suunnittelijoille.

10.7. Oma tutkimus liittyen Barney-pehmoleluun

Omassa tutkimuksessani (Nuppunen 2001) Barney lapsiryhmän leikeissä mukana sekä itsenäisenä leluna että tietokoneen kanssa. Barney'n käyttö ilman tietokonetta oli kuitenkin lähinnä tutustumista ja varsinaisesti analysoin tietokoneen kanssa tapahtuvaa käyttöä. Vaikka Barney ei ollutkaan suunniteltu ryhmän käyttöön, löytyi saman suuntaisia ongelmia kuin Strommenilla. Osittain tulokset olivat ristiriitaisiakin, esimerkiksi lapset eivät selkeästi oppineet, mitä tapahtuu käsien ja jalkojen sensoreista, vaikka Peek-a-boo jäikin kaikkien mieleen. Suoraan näitä tutkimuksia ei kuitenkaan voi verrata, koska ne olivat varsin erilaisia.

Tietokoneen tullessa mukaan toimintaan kiinnosti se lapsia enemmän kuin Barney. Pehmolelu unohdettiin sivummalle ja suurelta osin sen puheetkin koettiin häiritsevinä tai ainakaan niihin ei juuri reagoitu. Tietokoneen ollessa mukana käyttöliittymän sosiaalisuus ei tullut esiin, Barney jätettiin sivulliseksi eikä otettu ryhmän jäseneksi. Itsenäisellä lellulla leikitäessä Barneyyn suhtauduttiin melkein kuin elävään hahmoon.

Syötelaitteena tutkimukseni lapset eivät Barneya tietokoneen kanssa ymmärtäneet. Hiiri oli se, jolla kaiken kontrollin oletettiin tapahtuvan, vaikka lapsia yritettiin hieman neuvoakin kokeilemaan Barney'n sensoreiden koskettelua.

Ryhmän toimiessa Barney'n kanssa yhtenä huonona puolena oli, että kaikki keskeyttää kaiken. Varsinkin kahdella lapsella kävi niin, että toinen keskittyi hiiren puutteessa Barneyyn ja häiritsi Barney'n sensorien kautta hiirellä ohjelmaa käyttävää. Hiiri oli se, josta "tapeltiin".

Oman tutkimukseni lapset olivat suomalaisia, jotka kuitenkin osasivat riittävän hyvin englannin kieltä pystyäkseen toimimaan Barney'n ja sen ohjelman kanssa. Vaikka kulttuurierot olivatkin sivuseikka, saattoivat ne jonkin verran vaikuttaa. Nyt Barney-hahmo ei ollut kuin yhdelle lapselle tuttu televisiosta. Suomalaislapsille tuntui koko aikainen vieressä höpöttäminen olevan vierasta.



Kuva 2. Toinen lapsi käyttää hiirtä, toisella on Barney.

Tarkempaa tietoa tutkimuksesta löytyy pro gradu työstä (Nuppunen 2001).

10.8. Kritiikkiä

Tarkasteltavassa artikkelissa (Strommen 1998) oli perustelut, miksi Barneya alettiin kehittämään ja perustiedot, mikä Barney on. Myös Barneyen kehityksessä muutettuja asioita tuli esiin. Harmittavasti tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan kerrottu, millainen Barney oli alun perin. Kerrottiin lähinnä vain, että lapset olettivat sen toimivan näin, joten muuttimme sen tekemään asiat näin. Tutkijoiden omia suunnitelmia ja oletuksia olisi ollut hyvä saada enemmän.

Strommen (1998) tuli päätelmissään siihen tulokseen, että Barney on hyvä ja opettava lelu, mutta oikeastaan perustelut puuttuivat, mistä tiedettiin Barneyen olevan opettava. Artikkelissa ei kerrottu, miten lasten oppimista testattiin ja oppivatko he asiat helpommin Barneyen kanssa vai miksi se oli niin hyvä apuväline. Artikkelista puuttui kunnollinen selostus, kuinka sosiaalinen opetuksellisen tuen rakentaminen ja yhteistoiminnallinen oppiminen Barneyen avustuksella todella käytännössä tapahtui.

Omissa testeissäni Barneyen puutteita tuli esiin ja vaikka testini tapahtuivatkin ryhmässä, niin en saanut ahaa-elämystä, että Barney oikeasti olisi hyödyllinen. Toisaalta tutkimuksen tekeminenkään ei koskaan ole aukotonta toimintaa. Kaiken kaikkiaan vaatimuksia täydelliselle lasten käyttöliittymälle löytyy hirvittävä määrä. Voikohan kukaan kaikkia vaatimuksia toteuttaa?

Lähdeluettelo

ActiMates Home Page, <http://microsoft.com/hardware/actimates/default.asp>, 21.12.2001

Nuppunen, N. (2001). Pehmolelukäyttöliittymä lasten leikeissä: Tilannetutkimus lelun käytettävyydestä ryhmässä. Pro gradu, Tampereen yliopisto.

- Strommen, E. (2000). Interactive Toy Characters as Interfaces for Children. In Bergman, E. (Ed.), *Information Appliances and Beyond: Interaction Design for Consumer Products*, pp.258-298. Academic Press.
- Strommen, E. (1998). When the interface is a talking dinosaur: learning across media with ActiMates Barney. *Proceedings of the CHI 1998 conference on Human factors in computing systems*, 288 -295.

11. Swamped! – sympaattinen käyttöliittymä

Katri M. Kangas

11.1. Johdanto

Swamped! on sympaattinen käyttöliittymä, joka on kehitetty Massachusetts Institute of Technology:n Media laboratoriossa. Kehitysryhmään on osallistunut sekä Synthetic Characters Group että Vision and Modelling Group ryhmien jäseniä.

Sympaattinen käyttöliittymä on fyysinen, hellyttävä ja pehmoinen käyttöliittymä, jolla voidaan ohjata virtuaalimaailmassa olevaa vastaavaa hahmoa. Fyysistä hahmoa liikuttelemalla käyttäjä pystyy tekemään hahmolla haluamiaan asioita virtuaalisessa maailmassa. Nukke itsessään on passiivinen eikä se liiku, mutta käyttäjä voi tuntea nukkea käsitellessään nukken muodot ja raajojen liikuttelun käsissään. Koska varsinainen hahmo, jota nukella liikutellaan on virtuaalinen, se mahdollistaa mitä ihmeellisempien asioiden toteuttamisen. Rajoitteina ovat ainoastaan mielikuvitus ja ohjelmointitaito.

Luvun tarkoitus on kuvata sympaattista käyttöliittymää Swampedia ja käydä läpi sen eri vaiheet sitä edeltäneestä tutkimuksesta testattuun tuotteeseen asti. Käydään läpi miten langaton pehmeä nukke voi ohjata virtuaalista hahmoa ja miten käyttäjät ottavat sen omakseen. Miten hyvin kehitysryhmä onnistuu tavoitteessaan ja mitkä asiat jäävät vielä vaivaamaan.



Kuva 1. Sympaattinen käyttöliittymä, Swamped! (Johnson *et al.* 1999)

11.2. Taustaa

Swamped!-käyttöliittymää lähdettiin kehittämään, jotta tutkimusryhmän tekemästä aikaisemmasta prototyyppistä, majavasta, ilmenneet ongelmat saataisiin korjattua. Tutkimusryhmä halusi kehittää paremmin toimivan sympaattisen käyttöliittymän. Kehitystyöhön otettiin

vaikutteita myös muutaman muun valmistajan tekemästä pehmolelukäyttöliittymästä. Tässä luvussa tarkastellaan niitä artefakteja, joka ovat olleet pohjana Swampedin kehitykselle, sekä niitä tutkimustavoitteita, joita Swampedille asetettiin näiden pohjalta.

Muita pehmolelukäyttöliittymiä

Alison Druinin Noobie on iso pehmoeläin, jolla lapset pystyvät suunnittelemaan eläimiä. Noobien vatsassa on näyttö ja eri puolilla sen kehoa on kosketussensoreita, joita painelemalla lapset muuttavat näytöllä näkyvää eläintä. (Druin 1987) Swamped! eroaa Noobiesta siinä, että Noobie on pehmeä tietokonepäätte, eikä varsinainen fyysinen hahmo niin kuin Swamped!.

Microsoftin Barney taas on apuväline, jolla on paine- ja valosensoreita sekä langaton yhteys. Se tuottaa ääntä ja liikehtii. Barney on suunniteltu sosiaalisesti agentiksi. Se on itsessään tarkoitettu huomion keskipisteeksi. Sen tarkoitus on kommentoida tietokoneen ääressä ratkaisevilla hetkillä helpottaakseen käyttäjän oppimista. (Nuppunen, tässä raportissa) Swamped! on sen sijaan suunniteltu vain virtuaalisen maailman ulkoiseksi, fyysiseksi käyttöliittymäksi, jolloin huomionkin on tarkoitus kiinnittyä virtuaaliseen maailmaan eikä itse nukkeen.

Aikaisempi prototyyppi

Ryhmän kehittämä aikaisempi prototyyppi oli majava, jolla pystyi ohjailemaan virtuaalisessa maailmassa uiskentelevaa majavahahmoa. Uimisen lisäksi sillä ei ollut mitään varsinaista päämäärää mitä sen olisi pitänyt tehdä.

Majavalla (kuva 2) oli taivutussensorit jaloissa, hännässä ja käsissä sekä korkeussensori päässä. Kaikki sensorit olivat johdoilla kiinni koneessa, joten kaikkien liikkeiden tekeminen ei ollut aivan helppoa. Käyttäjät pystyivät kontrolloimaan uinnin suuntaa ja nopeutta. He saivat majavan myös pysähtymään ja katselemaan ympärilleen.



Kuva 2. Edellinen prototyyppi, majava.
(Johnson 1999)

Useat käyttäjät kokeilivat tätä käyttöliittymää ja nauttivat nukken käyttämisestä majavan ohjailemiseen. Käyttäjät kehuivat ideaa hyväksi, mutta useimmat valittivat johdoista.

Myös hahmon liikehdintä virtuaalisessa maailmassa näytti useista käyttäjistä liian robottimaiselta ja elottomalta. Tämä johtui siitä, että aikaisemmassa prototyyppissä ei ollut vielä käytössä tarkoituksenmukaista ohjausta (*intentional control*) vaan kaikki nukella tehdyt liikkeet välitettiin suoraan virtuaalisen hahmon liikkeiksi. Käyttäjät valittivat myös siitä, ettei majavalla ollut mitään varsinaista päämäärää. Pelkkä uinti ei kauaa käyttäjiä kiinnostanut. Swamped! käyttöliittymässä pyrittiin korjaamaan nämä puutteet ja ongelmat. Siitä tehtiin langaton käyttöliittymä, joka käyttää tarkoituksenmukaista ohjausta. Animaatioon lisättiin myös mukaansatempaavampi tarkoitus.

Kehitystavoitteet

Kehittelyn lähtökohdiksi ryhmä otti seuraavat 5 tavoitetta:

1. Useiden vapausasteiden kontrolloiminen. Ryhmän rakentamissa hahmoissa on monia kohtia, joita käyttäjät pystyvät hallitsemaan, esimerkiksi kädet, jalat ja pää. Vapausasteiden kontrolloimisella tarkoitetaan näiden kaikkien kohtien (x,y,z) akselin suhteen kääntämisen tai kiertämisen kontrolloimista.
2. Tilannekohtaiset toiminnot pitää olla helposti tehtävissä. Jos kaksi eri tapahtumaa seuraa samasta nuken liikkeestä, pitää ne toteuttaa niin, ettei siitä aiheudu ongelmia käyttäjälle. Käyttöliittymän pitää osata päätellä tilanteesta kumpaa toimintoa halutaan, jotta käyttäjälle ei aseteta liian kovia vaatimuksia.
3. Hahmon pitää pysyä roolissaan, jotta se tuntusi elävältä ja vaikuttaisi omalta persoonaltaan. Esimerkiksi jos hahmo on surullinen niin sen pitää reagoida käyttäjän antamaan syötteeseen surullisella tavalla.
4. Virtuaalimaailmassa navigoimisen pitää olla helppoa. Käyttäjälle ei saa tulla ongelmia navigoinnin kanssa.
5. Uusia toimintoja pitää pystyä lisäämään helposti vaikeuttamatta käyttäjän toimintoja. Jotta järjestelmään voitaisiin lisätä joskus vielä parempi animaatio tai peli, niin uusien toimintojen lisääminen ei saa vaikeuttaa käyttäjän toimintoja, jotta käyttöliittymästä ei tule liian vaikeakäyttöistä.

Käyttöliittymän piti olla ystävällisen näköinen, jotta lapset eivät pelkäisi ottaa sitä syliinsä ja leikkiä sillä. Kehitysryhmä halusi painottaa myös käyttöliittymän helppoa opittavuutta. Nuken piti olla myös miellyttävä kosketella, koska lapset pitävä esineiden koskettelusta. Aikaisemmin oli jo huomattu, että kosketus on tärkeää, koska projektissa jossa oli käytetty konenäköä, käyttäjät olivat valittaneet, etteivät he voineet halata hahmoa (Maes *et al.* 1995).

11.3. Käyttöliittymän kuvaus

Swamped! on pehmolelukäyttöliittymä, jolla voidaan ohjata virtuaalisessa maailmassa olevaa hahmoa. Ohjaimena toimii kananukke, jota liikuttelemalla voidaan liikuttaa näytöllä näkyvää virtuaalista kanaa. Käyttöliittymän testaukseen on kehitetty virtuaalinen piirroselokuva tai oikeammin eräänlainen tietokonepeli.

Käyttäjä seisoo ison näytön edessä, jossa näkyy virtuaalinen tallipiha ja virtuaalinen kana. Kanaa liikuttaakseen käyttäjän pitää liikuttaa käsissään olevaa pehmolelua. Esimerkiksi kanan keikuttaminen edestakaisin saa virtuaalisen kanan kävelemään ja nukken siipien räpyttäminen saa virtuaalikanan lentämään. Käyttäjän huomion olisi tarkoitus kiinnittyä virtuaalisen maailman tapahtumiin, eikä niinkään itse nukkeen.



Kuva 3. Käyttäjä pelaa Swamped! -animaatiota.
(Blumberg 1998)

Pelattessaan käyttäjä ottaa kanan roolin, joka yrittää suojella muniaan tallipihalle päässeeltä nälkäiseltä pesukarhulta. Kanan pitää toimia niin, että pesukarhu pysyy mahdollisimman kiireisenä jottei se ehdi syödä yhtään munaa. Kun pesukarhu on vihainen se jahtaa kanaa, eikä sillä ole aikaa syödä munia. Kanalla on monia eri toimintavaihtoehtoja, joiden avulla se voi pitää pesukarhun vihaisena. Mahdollisia toimintoja ovat:

- kvaakattaminen,
- pesukarhun pään päälle lentäminen,
- pesukarhun potkaiseminen,
- voltin tekeminen pesukarhun pään päältä ja
- majaan käveleminen, jolloin voi asettaa ansoja pesukarhulle tai saada katapulttikyydin toiselle puolelle maailmaa.

Kävelläkseen nukkea pitää heiluttaa puolelta toiselle. Puristamalla kanan mahaa tai nokkaa se saadaan kvaakattamaan. Siipiä heiluttamalla voidaan joko lennellä ympäriinsä tai lentää pesukarhun pään päälle, riippuen siitä onko kana pesukarhun lähellä. Kana kääntyy nukkea kääntämällä. Kanan jalkojen heilautus tulkitaan potkuksi, jos pesukarhu on kanan lähellä. Voltin voi tehdä pyöräyttämällä nukkea ympäri. Pesukarhu on täysin itsenäinen ja valitsee toimintansa halujensa, havaintojensa ja tunteidensa mukaan. Kana on puoli-itsenäinen ja käyttäjä ohjaa sitä.

Kehitysryhmä käytti termiä sympaattinen käyttöliittymä tarkoittamaan fyysistä käyttöliittymää, eli tässä tapauksessa kananukkeä. Pehmolelukäyttöliittymä on sympaattinen monessa mielessä.

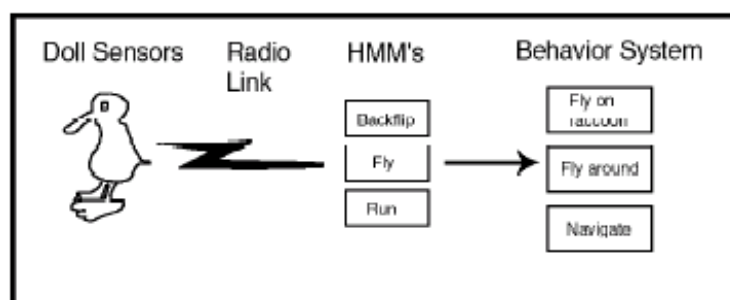
Virtuaalisen hahmon tekemät liikkeet muistuttavat itse nukken liikkeitä. Tässä mielessä ryhmä vertasikin sympaattista käyttöliittymää voodoo-nukkeihin. Siinähan käyttäjä kuvittelee jonkun nukken tarkoittavan tiettyä henkilöä ja jos nukelle tekee jotain, niin sama tapahtuu myös sille henkilölle, jota nukken pitäisi esittää.

Pehmolelu on viehättävä ja ystävällinen. Lapset eivät pelkää ottaa sitä syliin ja leikkiä sillä. Lapset helposti myös luovat tunteellisen suhteen tällaiseen pehmeään leluun, toisin kuin tavalliseen syötelaitteeseen, kuten hiireen ja näppäimistöön.

Swamped! yrittää auttaa käyttäjää aavistamalla mitä käyttäjä haluaa tehdä tietyissä tilanteissa. Esimerkiksi, jos käyttäjä yrittää mennä kanalaan virtuaalisessa maailmassa, kanan pitäisi ymmärtää se ja auttaa käyttäjää pääsemään sinne. Käyttäjää ei saa pakottaa tekemään liian pikkutarkkoja liikkeitä päästäkseen haluamaansa kohteeseen.

11.4. Tekninen kehitys

Miten tämä kaikki toimii? Tässä luvussa käsitellään käyttöliittymän teknistä puolta. Sitä miten sensorien keräämä tieto tulkitaan ensin käyttämällä liikkeentunnistustekniikoita ja sen jälkeen tarkoituksenmukainen ohjaus (*intentional control*) ja käyttäytymissysteemi (*Behavior System*) tulkitsevat nämä liikkeet ja nuken painallukset hahmon sen hetkisen ympäristön ja tilan suhteen.



Kuva 4. Tieto lähetetään sensoreilta langattoman kentän välityksellä liikkeentunnistukseen, joka lähettää tiedon edelleen hahmon käyttäytymissysteemiin (Johnson *et al.* 1999).

Nukke

Nukke tehtiin muistuttamaan mahdollisemman tarkasti virtuaalista hahmoa, jotta käyttäjät osaisivat yhdistää ne mahdollisimman helposti samaksi hahmoksi. Se päällystettiin fleecenkankaalla, jotta se olisi pehmeän tuntuinen ja miellyttävä kosketella. Nuken sisällä on 13 sensoria, jotka lähettävät nuken liikkeet ja painallukset signaaleina eteenpäin.

Liikkeentunnistus

Nuken toimintojen tunnistamiseen ryhmä kehitti liikkeentunnistusjärjestelmän, joka ei ota liikkeitä suoraan antureista, vaan se vertaa liikkeitä sille ohjelmoituihin liikesarjoihin. Kun liikkeentunnistusjärjestelmä on tunnistanut mitä toimintoa liike vastaa, tarkastetaan minkälainen tilanne virtuaalimaailmassa on ja sen mukaan päätetään mikä toiminto tässä tilanteessa olisi luonnollisin ja luultavasti käyttäjän haluama. Esimerkiksi kävely olisi melko kömpelöä ja hidasta jos käyttäjän pitäisi liikuttaa nuken jalkoja aina toistensa eteen saadakseen nuken kävelemään. Järjestelmän pitäisikin kehitysryhmän mielestä vastata sellaiseen liikkeeseen, jota useimmat käyttäjät pitävät kävelemisenä, vaikka se ei niin näyttäisikään kävelemiseltä.

Järjestelmä voi tunnistaa joukon toimintoja, joita käyttäjä voi nukelle tehdä. Jokaisella toiminnolla on vähintään yksi liikkeentunnistusmalli. Esimerkiksi kävely on mahdollista toteuttaa kahdella eri tavalla – keinuttamalla nukkea edestakaisin vaakasuuntaisesti tai samantalaisella liikkeellä pystysuuntaisesti.

Tarkoituksenmukainen ohjaus

Tarkoituksenmukaisella ohjauksella (*intentional control*) tarkoitetaan sitä, että hahmon liikkeet sovitetaan sen hetkisen ympäristön mukaisiksi, jotta virtuaalikanan liikkeet vastaisivat paremmin sitä mitä käyttäjä on halunnut sen tekevän.

Tarkoituksenmukainen ohjaus toi vastauksen suoran ohjauksen ongelmiin. Edellisessä prototyypissä, majavassa, nuken liikkeet siirtyivät suoraan virtuaalisen hahmon liikkeiksi. Tämä tapa oli käyttäjien kannalta helposti ymmärrettävissä, mutta se kuitenkin aiheutti sen, että virtuaalisen majavan liikkeet olivat nykiviä. Majavan tapauksessa, nuken lähettämä data ei ollut aivan puhdasta tai käyttäjät liikuttivat nukkea liian nopeasti. Jos virtuaaliset hahmot eivät aina liikkuneet täsmälleen samalla lailla kuin nuket, niin käyttäjät valittivat siitä.

Majava ei ollut uskottavan näköinen jos sen liikkeet nykivät. Kehitysryhmä ottikin yhdeksi uusista tavoitteistaan hahmojen elävyyden parantamisen. Hahmoista piti tehdä uskottavan näköisiä ja oloisia. Suoran syötteen mallissa virtuaalihahmojen liikkeet näyttivät liian robottimaisilta ja elottomilta. Niinpä liikkeitä haluttiinkin ohjelmoida paremman näköisiksi ja eläviksi, jotta käyttäjälle muodostuisi paremmin kuva persoonallisesta hahmosta. Käyttäjien toimintoja ei haluttu kuitenkaan vaikeuttaa, joten esimerkiksi pesukarhun pään päälle lentäminen toteutettiin niin, että riittää kun käyttäjä heiluttaa kanan siipiä pesukarhun lähellä. Olisi ollut liikaa vaadittu jos käyttäjien olisi osattava lentää pelkästään nukkea liikuttamalla pesukarhun pään päälle. Tämä antoi kehittäjille mahdollisuuden ohjelmoida lento pesukarhun pään päälle hahmon persoonallisella tavalla, jolloin sen elävyys säilyy.

Käyttäytymismalli

Tarkoituksenmukainen ohjaus perustuu hahmolle valmiiksi suunniteltuihin ja ohjelmoituihin käyttäytymistapoihin ja niille tehtyihin toimintoihin. Järjestelmä tarkkailee koko ajan mitä signaalia sille lähetään. Kun esimerkiksi nuken siipiä heilutetaan ja systeemi tarkistaa, että tällä hetkellä odotettavin teko olisi lentää niin virtuaalinen hahmo tarkistaa minkälainen lento sen pitäisi tehdä ja alkaa lentää tilanteeseen sopivalla tavalla. Siipien heilutuksen loppuessa, loppuu samalla myös signaali ja lentäminen.

Jos systeemi saa yhtäaikaisesti useita eri toimintojen signaaleita niin niiden väliltä katsotaan dominoivin, joka sitten toteutetaan. Swampedissa dominoivin toiminto riippuu asiayhteydestä jolloin ele on aktiivinen. Esimerkiksi, kun käyttäjä tekee lennä elettä pesukarhun lähellä, kana yrittää laskeutua sen pään päälle. Muutoin kana lentelee tavalliseen tapansa. Potku toimintokin toimii ainoastaan jos kana on pesukarhun läheisyydessä. Kehitysryhmä totesikin, että tämä olikin erittäin hyvä ehdollistus, koska potku sekoittui usein juoksuun tai hyppyyn.

Navigoinnin helpottamiseksi kana yrittää myös päätellä mille virtuaalimaailman kohteelle käyttäjä haluaa sen ohjata ja se suuntautuu tätä kohdetta kohti helpottaen käyttäjän navigointia virtuaalimaailmassa.

11.5. Testaus ja siinä ilmenneet huomiot

Yli 400 henkilöä kokeili Swamped!-järjestelmää keinotodellisuus messuilla Siggraph:ssa vuonna 1998. Käyttäjille kerrottiin, että kanan pitää toimia niin, että pesukarhu pysyy mahdollisimman kiireisenä jottei se ehdi syödä yhtään munaa. Kun pesukarhu on vihainen se jahtaa kanaa, eikä ehdi syömään munia. Lisäksi käyttäjille selitettiin mitä kana voi tehdä ärsyttääkseen pesukarhua.

Käyttäjien ryhmittely

Testituloksia analysoitaessa huomattiin, että järjestelmää kokeilleet käyttäjät voitiin jakaa kolmeen ryhmään sen mukaan kuinka helposti he oppivat käyttämään käyttöliittymää: ideaalisiin, opetettaviin ja skeptisiin.

Ideaaliset käyttäjät oppivat kaikkein helpoiten. Yleensä he vain ottivat nukun syliinsä ja alkoivat pelaamaan animaatiota ymmärtäen käyttöliittymän periaatteen heti. Tähän ryhmään kuului pääasiassa lapsia. Yksi noin kuusivuotias tyttö oppi käyttämään järjestelmää parissa minuutissa paremmin kuin suunnittelijatkkaan ja pelasi järjestelmällä noin puolituntia.

Suurimman ryhmän muodostivat opetettavien ryhmä. Tämän ryhmän tyypillinen jäsen kokeilee liikuttaa ainoastaan yhtä osaa kerrallaan, esimerkiksi yhtä jalkaa tai yhtä siipeä odottaen suoraa vaikutusta. Kun esittelijät selittivät heille miten virtuaalisen hahmon saa kävelemään sekä käyttöliittymän voodoo-nukke periaatteen, niin käyttäjät oppivat nopeasti käyttämään nukkea ja pitivät siitä.

Useita käyttäjiä kuului myös skeptisten ryhmään. He eivät ymmärtäneet miten nukun olisi pitänyt ohjata hahmoa ja olivat vakuuttuneita ettei niiden välillä ollut mitään yhteyttä, vaikka heille näytettiin ja kerrottiin samat asiat kun opetettavillekin.

Käyttäjien antamaa palautetta

Käyttäjiltä oli epämuodollisesti kysytty mitä mieltä he olivat käyttöliittymästä. Useimmat vastaukset olivat positiivisia. Käyttäjät sanoivat, että se oli "very cool," "taianomainen" "hyvä idea" ja "kaunis". Useat messuilla järjestelmää kokeilleet kysyivät myös hintaa, he luulivat että prototyyppiä oltiin myymässä videopelisysteemeihin. Varsinkin lapset rakastivat järjestelmällä leikkimistä. Useat lapset tulivatkin vielä takaisin kokeillakseen sitä uudelleen. Aikuiset väsyivät melko helposti nukun jatkuvaan heilutteluun, mutta lapset pitivät sitä mahtavana. Yksikin innostunut tyttö kysyi ihmeissään, "Tarkoitatko, että voin jatkaa sen liikuttelua näin?". Eräs nelivuotias poika kokeili liikuttaa hahmoa hänen omalla nukellaan ja oli pettynyt kun se ei toiminut. Vaikutti siltä, että käsiintuntuva palaute ja normaali pelityyli liitettynä pehmoiseen nukkeen sai aikaan ihmisissä enemmän tunteellisia yhteyksiä hahmoihin, tehden ne eläväisemmiksi ja rakastettavammiksi.

Muutamista asioista myös valitettiin. Useimmat valitukset koskivat ohjauksen ja navigaation ongelmia. Käyttäjät kyllästyivät myös pelattavaan sovellukseen pelattuaan sillä jonkin aikaa ja halusivat siihen lisää toimintamahdollisuuksia.

Navigointi

Navigointi osoittautui useille käyttäjille ongelmaksi. Käyttäjät eivät aina onnistuneet siirtymään haluamaansa paikkaan ruudulla. Eräs navigoinnin vaikeuttaja oli liian suuri kääntymis-säde, jonka takia käyttäjä ei pysty tekemään teräviä käännöksiä tarpeeksi helposti.

Navigointiongelma paljastui myös yliohjaus. Tämä kuitenkin aiheutui ennemminkin kamerakulmista, joita muuttamalla virhe voisi korjautua.

Kanan kävely ja juoksunopeuden säätelyn puute myös harmitti. Kanalla ei ollut kuin kaksi eri etenemisnopeutta juoksu tai kävely. Johnson ja muut tutkivat miten virtuaalihahmon etenemisnopeus voitaisiin sitoa käyttäjän tekemien liikkeiden nopeuteen, mutta he eivät löytäneet mitään yksinkertaista tapaa vaikuttaa käyttäjien haluamiin kävelynopeuksiin käyttämällä liikepohjaisia syötteitä. Kehittelyryhmälle jäi kuitenkin mieleen, että nuken liikuttelufrekvenssistä voitaisiin saada arvo, jonka perusteella voitaisiin päätellä haluttu liikenopeus.

Kamerakulmat

Kamerakulmien suunnittelussa kehitysryhmä oli lähtenyt oikeastaan aivan vääristä lähtökohdista, joka sitten kostautui testausvaiheen ongelmina. Algoritmi, joka ohjasi kamerakulmia oli tehty itsenäisten hahmojen seuraamiseen, eikä niinkään interaktiivisen hahmon ohjaamiseen. Kamerakulmat oli suunniteltu niin, että niillä näytetään näkymässä käynnissä olevat tapahtumat ja hahmojen tunteet. Kun tällaisilla kamerakulmilla yritettiin ohjata hahmoa virtuaalimaailmassa törmättiin suuriin ongelmiin kun välillä koko hahmoa ei näkynyt ollenkaan.

Kamerakulmaa korjattiin siten, että se pysyi kanan selän takana. Tällöin käyttäjä pystyy koko ajan näkemään minne kana on menossa ja osaa kääntää sitä oikean verran oikealle ja vasemmalle. Kamerakulmiin toteutettiin myös pesukarhun tärkeiden toimintojen näyttö. Käyttäjät eivät siltikään olleet tyytyväisiä, koska kamerakulma saattoi muuttua kesken kaiken kun käyttäjä oli juuri tekemässä jotain tärkeää toimintoa. Tämä ongelma onkin jäänyt tutkimusryhmälle avoimeksi tutkimuskysymykseksi.

Vaikka kamerakulma olikin kanan selän takana oli käyttäjien usein silti erittäin vaikeaa ohjata kanaa, koska he eivät nähneet kohdetta minne halusivat kanan menevän. Heidän kääntäessään kanaa kuvakulma tuli koko ajan hieman perässä. Kun kohde tuli viimein näkyviin, käyttäjät olivat jo kääntäneet kanaa liikaa. Kehitysryhmä huomasi, että osa käyttäjistä kyllä oppi tekniikan, mutta tämäkin ongelma jäi vielä ryhmän tutkimukseen. Korjausvaihtoehtoiksi Johnson ja muut suunnittelivat esimerkiksi laajempaa tai vähän ennakoivaa kamerakulmaa.

Nämä kokemukset osoittavat kehitysryhmälle, että kamera-algoritmeja ei voi tehdä käyttäjien antamista syötteistä ja käyttöliittymästä erikseen. Kamera ja kamerakulmat ovat yhtä tiivis osa käyttöliittymää kuin käyttäytymismallikin.

Liikkeentunnistus

Liikkeentunnistuksen kanssa oli joillakin käyttäjillä hieman ongelmia. Jos käyttäjä teki jonkin liikkeen väärin, hän yleensä kokeili tehdä saman liikkeen hieman isompana tai nopeampana. Käyttäjät usein hermostuivat ja yhä vain nopeuttivat tai suurensivat tekemiään liikkeitä, joka johti heidät vaan yhä kauemmaksi oikeasta liikkeestä.

Ongelmia muodostui myös siitä miten eri ihmiset näkivät eri toimintojen toteutuksen. Tarkoituksenmukaisen ohjauksen takia esimerkiksi potkaisu oli vaikea ohjelmoida miellyttämään kaikkia käyttäjiä. Käyttäjillä oli yksinkertaisesti liian monta erilaista tapaa joilla he kokeilivat saada kanan potkaisemaan. Näitä kaikkia malleja ei kuitenkaan millään voi toteuttaa liikkeentunnistukseen. Yksi mahdollisuus liikkeen helpompaan tunnistukseen on laskea liikkeen hyväksymiskynnystä, mutta tällöin liike saattaakin vastata jonkin muun toiminnon liikettä.

Langaton vs. langallinen

Käyttäjät, jotka olivat käyttäneet myös johdollista majavaa olivat paljon tyytyväisempiä tähän versioon ja sanoivatkin tämän olevan taianomainen, koska siinä ei ollut johtoja. Sitä saattoi kantaa ympäri huonetta ja käyttää kuten tavallista lelua ilman näyttöäkin. Se mahdollisti myös suuremman joukon liikkeitä, joka taas luo mahdollisuuden laajempaan sovellukseen käyttäen kyseistä tekniikkaa.

11.6. Päätelmät ja pohdintaa

Järjestelmää kokeilleet antoivat ryhmälle positiivista palautetta ja pitivät sympaattisen käyttöliittymän ajatuksesta. Yksi suurimmista heikkouksista oli navigoinnin vaikeus. Useimmat ihmiset ovat tottuneet suorempaan ohjaukseen videopelien takia ja he hermostuvat heti jos heillä on vaikeuksia navigoinnin kanssa. Monet käyttäjät, mukaan lukien lapset, oppivat käyttämään nukkea kuitenkin todella nopeasti. Tämä viittaa ryhmän mielestä siihen, että on onnistuttu tekemään laite, jonka käyttö on helppo oppia. Mutta toisaalta testaajista löytyi myös useita käyttäjiä, jotka eivät oppineet käyttämään käyttöliittymää, vaikka heille oli opetettu sen toimintaperiaate.

Ryhmällä oli suunnitteilla lisätä nukkeen laitteet, jotka antavat käyttäjälle enemmän palautetta nukken tunnetiloista näytön ja äänien lisäksi. Nukkeen voitaisiin lisätä esimerkiksi hengitys, kun kana on tehnyt kaikkensa ja on hengästynyt, lämmitin, joka tekee nukesta lämpimän ja moottori, joka saa kanan tärisemään kun se pelkää, että sen kimppuun hyökätään.

Sympaattinen käyttöliittymä vaikuttaa todella kiehtovalta ajatukselta. Lapset varmasti nauttivat saadessa heilutella nukkea päätteen edessä ja huomata kuinka virtuaalinen hahmo tottelee omaa pehmolelua. Kuitenkin kun ajatellaan tällaisen käyttöliittymän soveltamista tullaan suurien kysymysten eteen. Jos esimerkiksi kotiin voisi hankkia tällaisen käyttöliittymän ja sen avulla pelattavan pelin, niin mielekkyyks mielestäni vähän laskee, koska tällöin suurin osa luultavasti pelaisi ohjelmaa tietokoneen melko pieneltä näytöltä. Järjestelmä pääsee mielestäni paremmin oikeuksiinsa kun kuvaruutu on iso ja nukken koko on suhteessa oikea

kuvaan nähden. En usko kuitenkaan, että se tulee hidastamaan vastaavanlaisten käyttöliittymien suunnittelua.

Tuntuu aika arveluttavalta jos tarkoituksenmukainen ohjaus muutti käyttöliittymän käyttöä niin paljon, että useat käyttäjät eivät osaa käyttää järjestelmää edes opetuksen jälkeen. Kehittäjien kannattaisikin miettiä onko tarkoituksenmukainen ohjaus täyttänyt tavoitteensa jos osa käyttäjistä ei edes opi käyttämään uutta käyttöliittymää. Voisi olettaa, että tarkoituksenmukainen ohjaus on vaikeuttanut ohjeuksen opittavuutta ainakin hiukan. Suoran ja tarkoituksenmukaisen ohjauksen ongelmia kannattaisikin miettiä uudelleen ja yrittää vielä parantaa käyttöliittymää niin, että kaikki voisivat oppia käyttämään sitä suhtellisen vaivattomasti.

Tulevaisuuden suunnitelmien toteutuksessakin pitää olla varovainen. Voisi helposti kuvitella, että lapset voisivat pelätä nukkea, joka rupeaa läähättämään. Varsinkin kun lisätään toimintoja nukkeen, pitää tarkasti harkita minkälaisia niiden kannattaa olla ja ennenkaikkea miten ne toteutetaan.

Lähdeluettelo

Blumberg, B. (1998). SWAMPED! Using Plush Toys to Direct Autonomous Animated Characters.

<http://agents.www.media.mit.edu/groups/characters/swamped/description.html>

Viitattu 28.12.2001.

Druin, A. (1987). Building an Alternative to the Traditional Computer Terminal

Johnson M. P., (1999)., SWAMPED! A Research Testbed for Expressive Virtual Characters, Automatic Camera Control and Physical Interfaces

http://aries.www.media.mit.edu/people/aries/usc_talk/sld001.htm--

Viitattu 18.10.2001.

Johnson M. P., Wilson A., Kline C., Blumberg B., Bobick A. (1999). Sympathetic Interfaces: Using a Plush Toy to Direct Synthetic Characters.

Maes P., T. Darrell, B. Blumberg, A. Pentland, (1995). The Alive System: Full-body Interaction with Autonomous Agents.

12. StoryMat – tarinankerrontaa teknologian tukemana

Toni Pakkanen

12.1. Johdanto

Lapset kertovat leikin lomassa tarinoita käyttäen mielikuvitustaan. Yhdessä leikkiessään he jakavat tämän mielikuvitusmaailman ja kehittävät tarinaa yhdessä opetellen samalla yhteistyötä ja sosiaalisia taitojaan. Tällaisen ennalta-arvaamattoman luovan toiminnan tukeminen teknologian avulla on vaikea tehtävä. Monet olemassa olevista järjestelmistä sortuvatkin tarjoamaan lapsille vain valmiiksi rakennettuja kokonaisuuksia, joissa lasten omatoiminen toiminta on hyvin rajoitettua. Tavoiteltavampaa olisi tukea teknologian avulla lasten omaa toimintaa rajoittamatta sitä.

Cassell ja Ryokai (1999; 2001) StoryMat tutkimuksessaan MIT medialaboratoriossa tutkivat millä tavoin teknologian avulla voitaisiin tukea lasten tarinankerrontaa avoimella ympäristöllä. Avoimella ympäristöllä tarkoitetaan järjestelmää, joka ei ohjaa lasten leikkiä ja tarinankerrontaa vaan antaa lasten mielikuvitukselle ”vapaat kädet”. Cassellin ja Ryokain (2001) kritiikki nykyisiä lapsia varten tarkoitettuja järjestelmiä vastaan on se, että näissä järjestelmissä usein lapsi asetetaan valmiin tarinan passiiviseksi kuuntelijaksi. Tämänkaltaisessa tilanteessa ei jää lasten mielikuvitukselle tilaa ja tämä ei tue yhtä hyvin lapsen kielellistä tai luovaa kehitystä kuin ympäristö, jossa lapsi on tarinan ohjaaja sekä kertoja. Tavoitteena heillä oli selvittää miten sopiva lasten tarinankerrontaa tukeva järjestelmä vaikuttaa lasten toimintaan. Olisivatko lasten tarinat laadullisesti parempia ja kehittyneempiä kuin muuten. Tätä varten luotiin avoin lasten tarinankerrontaa tukeva järjestelmä, jossa lasten leikkiä ei oltu luotu valmiiksi, mutta järjestelmä ohjasi tasokkaampaan tarinankerrontaan. Tämän järjestelmän avulla verrattiin lasten toimintaa aktiivisessa palautetta antavassa sekä passiivisessa lapsen reagoimattomassa ympäristössä ja mitattiin ympäristön vaikutusta lasten tarinoiden laatuun. Laatua mitattiin ensinnäkin sillä, kertoiko lapsi tarinaa tarinankertojan roolissa vai leikkijän roolissa (eli kertoiko lapsi selkeää ymmärrettävää tarinaa kolmannessa

persoonassa kertojana vai esittikö eri rooleja ensimmäisessä persoonassa pehmolelujen kanssa) ja toisekseen sillä kuinka aktiivisesti lapset kertoivat tarinaa ja käyttivät mielikuvitustaan.

Tässä luvussa esitellään edellä mainittu StoryMat järjestelmä ja sillä tehty tutkimus. Lopuksi lyhyesti kootaan tutkimuksesta saadut johtopäätökset sekä pohditaan tutkimuksesta saatuja tuloksia ja siihen liittyviä ongelmia.

12.2. Taustaa

Lapset ovat luonnostaan aktiivisia ja käyttävät mielikuvitustaan leikeissään. Suurin osa tämän päivän elektronisista leluista tarjoaa moninaista elektronista virikettä, kuitenkin valmiiksi kootussa paketissa, joka ei anna tilaa luovuudelle ja mielikuvituksen käytölle. Cassell ja Ryokai (2001) pohtivatkin sitä, miten voitaisiin luoda järjestelmä joka jättää lapsen mielikuvituksen vapaaksi leikissä ja ohjaa lasta toimimaan aktiivisena tarinankertojana. Ne tarinankerrontaan liittyvät kaupalliset järjestelmät, joita markkinoilta löytyy, ovat suurimmaksi osaksi joko erilaisia elektronisia kirjoja, jotka kertovat valmiita tarinoita, tai sitten järjestelmiä, joissa lapsi aktiivisesti on nimenomaan kirjoittamassa tarinaa. Kuitenkaan olemassa olevat järjestelmät eivät tue lasten luonnollisessa työskentelyssä, leikissä, tapahtuvaa lasten omilla ehdoilla etenevää ja syntyvää avointa ennalta määräämätöntä tarinankerrontaa. Tutkimustyössään Cassell ja Ryokai ovatkin luoneet järjestelmiä, jotka tukevat lasten omaa tarinankerrontaa ja siten edistävät lasten kielellistä kehitystä ja luovuutta.

Miksi sitten olisi tärkeää tukea järjestelmissä lasten omaa tarinankerrontaa? Taustatutkimuksessaan Cassell ja Ryokai tuovat esille useitakin näkökohtia. Lapset mm. kokeilevat ja leikkivät tarinoissaan erilaisia sosiaalisia rooleja ja siten valmistautuvat todelliseen elämään ja sen sosiaalisiin rooleihin. Tätä tietysti tapahtuu myös leikissä mutta ottaessaan aktiivisen tarinankertojan roolin lapset työstävät rooleja paljon syvemmin kuin ”pelkästään” leikkiessään. Toinen tärkeä tarinoiden rooli on kulttuuristen arvojen siirtäminen. Tätä tapahtuu tietysti myös tarinoita kuunnellessa, mutta kehittäessään omia tarinoitaan lapset pääsevät kokeilemaan ja työstämään näitä arvoja uudella tasolla. Tämä helpottaa niiden sisäistämistä ja ymmärtämistä uudella tavalla. Eikä pidä unohtaa tarinoiden kerronnan itsestään selvää vaikutusta lasten kielelliseen kehitykseen. Kuullessaan ja varsinkin muodostaessaan tarinoita oppivat lapset muotoilemaan kieltä niin, että sen sanoman ymmärtävät muutkin kuin tarinankertoja itse. Tämä parantaa lasten kielellisiä valmiuksia ja helpottaa siten kaikkea muutakin oppimista ja itseilmaisua vanhempana.

StoryMat on osa pidempää tutkimusteemaa, jossa tavoitteena on tutkia lasten avointa tarinankerrontaa ja sen tukemista tietotekniikan suomin mahdollisuuksin. Aikaisemmissa tutkimuksissaan Cassell ja Ryokai ovat tutkineet tietokoneen mahdollisuuksia pikemminkin tarinan kuuntelijana kuin kertojana.

Renga nimisessä järjestelmässä he loivat ympäristön, johon lapset voivat yhdessä luoda tarinaa tuomalla kukin oman osansa tarinaan. Lapset siis kirjoittivat kukin tarinaan oman lauseensa ja jatkoivat yhdessä tarinaa eri aikoina eri paikoista. Tavallaan järjestelmässä luotiin yhteinen tarina, joka elää omaa elämäänsä. Tutkittaessa järjestelmän käyttöä 14 eri koulun

oppilaiden avustuksella 11 eri maasta huomattiin, että lapsilla oli suuri tarve paitsi luoda tarinaa, myös saada esille itseään. Tarinan keskelle ilmestyikin lauseita, joissa lapset esittelivät itseään. He kehittivätkin Renga-järjestelmää niin, että lapsille tarjottiin tila, johon saa näkyviin tietoa tarinan osan kirjoittajasta sekä lisäsivät näkyviin tiedon siitä ketkä viimeksi ovat tarinaa muokanneet. (Cassell 2001; Kuva 1)

RENGA
連歌

A story on the Web, written together by kids.

Once upon a time There was a little girl This is getting strange Because Hannes is adding all the sentences. and strange hey Because Hannes is adding all the sentences.

If you like, [add to the story](#) yourself!

Also, you can [check to see](#) if the story has grown bigger.

Here's some information about one of the people who helped write this story.

This sentence was written...

By
Hannes

I go to school at MIT.
I'm 10 years old.
I live in North America.

The last five people to add to the story are:

- Hannes, MIT.
- David, MIT.
- David, MIT.
- Linda, MIT.
- Linda, MIT.

Kuva 1: Renga järjestelmän lopullinen versio (Cassell 2001).

Seuraavassa työssä, Rosebud-nimisessä järjestelmässä, tuotiin mukaan pehmolelut tarinankerrontaan. Järjestelmä tunnisti lapsen käyttämän pehmolelun langattomasti ja pyysi kirjoittamaan tarinan tästä eläimestä. Myöhemmin järjestelmä sitten tunnisti pehmolelun nimellä ja kertoi siitä kerrottuja tarinoita lapselle. Pikkuhiljaa lapsi kokoaa käyttämistään pehmoleluista tarinakirjan, jota voi muokata. Järjestelmä ohjasi lapsen toimintaa kuitenkin jättäen lapselle vapauden valita millä pehmolelulla leikkiä, mitä tarinaa kertoa, muokata tai kuunnella. Lapset voivat myös luoda tarinoita yhdessä käyttäen useita pehmoleluja ja järjestelmä osasi sopeutua tilanteeseen. Tarinat tallennettiin pehmoleluun, jolloin lapset voivat vaihtaa tarinoitaan lainaamalla lelujaan toisilleen. Tutkimuksessa havaittiin lasten kertovan yhtä todennäköisesti henkilökohtaisia tarinoita leikkiessään henkilökohtaisilla pehmoleluilla kuin ennalta tuntemiensa tarinan roolihahmoa esittäville leluilla, kuten Nalle Puhilla. (Glos & Cassell 1997)

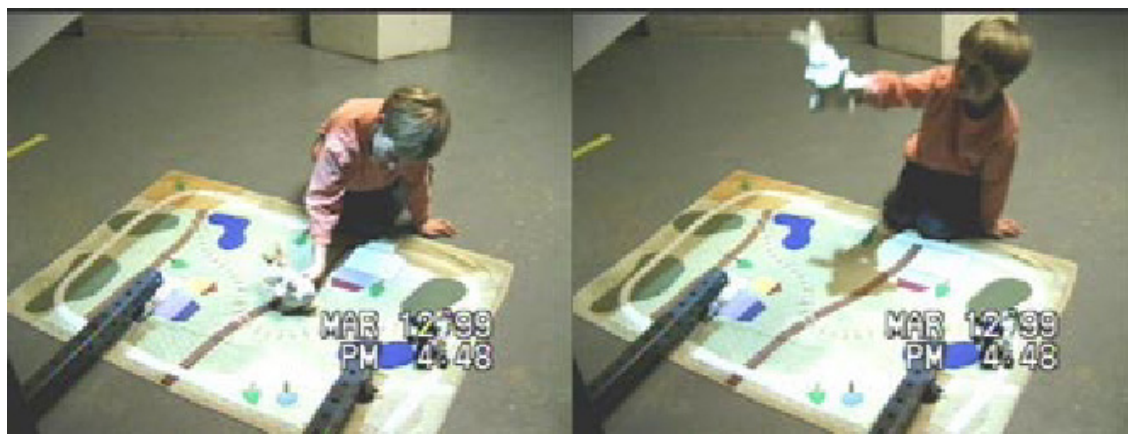
Seuraavaksi tehtiin SAGE-niminen järjestelmän. SAGE kuitenkin muutti pehmolelun roolin pikemminkin kuuntelijaksi kuin tarinan sankariksi. Järjestelmässä lapsi voi joko valita valmiin tarinankertojan ja kertoa tälle hahmolle tarinan tai luoda uuden tarinankertojahahmon

ja lisätä tämän tarinankertojien varastoon. Ensimmäisessä tilanteessa lapsi ohjataan kertomaan henkilökohtainen tarina tarinankertojalle, joka kuuntelee tarinan ja sitten tarjoaa sopivan perinteisen tarinan, joka järjestelmän mielestä jotenkin liittyy lapsen juuri kertomaan henkilökohtaiseen tarinaan. Toisessa vaihtoehdossa lapsi saa luoda uuden tarinankertojahahmon itseään ja muita varten. Uuden hahmon luomista varten kehitettiin visuaalinen ohjelmointimahdollisuus, jossa lapsi voi valita miten tarinankertoja käyttäytyy ja miten tarinankertojan avustajana toimiva pehmolelu liikkuu sekä mitä tarinoita tarinankertoja tarjoaa. Idea oli, että lapset pääsevät suunnittelemaan oman ihannekuuntelijansa. Järjestelmässä lapset siis laitettiin suunnittelijan rooliin, jossa toimiessaan he ilmaisivat itsestään sitä, miten kuunnella tarinoitaan. SAGEN avulla lapset kykenivät ilmaisemaan itseään uusilla tavoilla. Ensinnäkin he oppivat mitä tarkoittaa kuunnella tarinaa, kun he suunnittelivat tarinankertoja, jotka kuuntelivat tarinoita. Toiseksi he voivat luoda juuri omiin tarpeisiinsa sopivia tarinankertoja ja kolmanneksi järjestelmän avulla he loivat muille lapsille tarinankuuntelijoita, joissa ilmeni heidän omat parhaat kuuntelijan kykynsä. (Bers & Cassell 1998)

Nämä aikaisemmat työt kaikki tukivat heidän mielestään lasten avointa tarinankerrontaa ja siten täyttivät tarkoituksensa. Rosebud ja SAGE toivat mukaan pehmolelut ja tekivät siten tarinankerronnasta lapsille henkilökohtaisempaa. Kuitenkin ne sitoivat lapsen työskentelyn tietokoneen ääreen. Toinen ongelma aikaisemmissa järjestelmissä oli vaatimus luku- ja kirjoitustaidosta. Tämä rajoitti järjestelmien käytön vanhempiin lapsiin. Cassell ja Ryokai kuitenkin halusivat tehdä ympäristön, jossa nuoremmatkin lapset voisivat kertoa tarinoitaan ja lapset olisivat "vapaita" tietokoneesta ja siten voisivat leikkiä vapaammin. Seuraavassa työssään, StoryMatissa, he pyrkivätkin vapautumaan näistä rajoitteista.

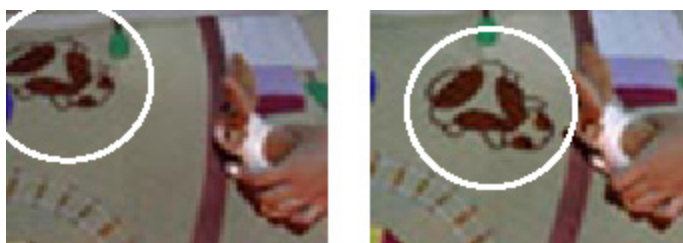
12.3. StoryMat – Uusi "tietokonevapaa" tarinankerrontaympäristö

StoryMat oli vapaampi tapa lähestyä tietokoneen tukemaa tarinankerrontaa. Lapsille tarjottiin leikkiympäristö, joka ohjaa kertomaan kehittyneempiä tarinankertojan roolissa kerrottuja tarinoita. Järjestelmässä oli kuvassa 2 näkyvä leikkimatto, jonka kuviot olivat tarpeeksi yleisiä, kuten talot ja tiet, että niihin oli helppo kuvitella tarinaan liittyviä elementtejä. Kuvioiden ei siis ollut tarkoitus ohjata lasten tarinoiden sisältöä vaan toimia näille yleisenä kontekstina, johon lapsi voi sijoittaa tarinansa elementtejä.



Kuva 2: Lapsi leikkimässä StoryMat järjestelmällä (Cassell & Ryokai 2001)

Matto oli jaettu järjestelmässä 126 alueeseen, joiden avulla järjestelmä seurasi pehmolelujen liikettä. Pehmolelut, joita käytettiin tarinan kerronnan osana, oli liitetty järjestelmään langattomasti. Niiden sisälle oli laitettu ultraäänilähettimet, joiden avulla järjestelmä seurasi pehmolelujen liikettä matolla. Lisäksi jokaisessa lelussa oli anturit (painonappi), joiden avulla tunnistettiin, kun lapsi puristi lelua, jolloin järjestelmä nauhoitti tarinaa ja lelun liikkeitä. Järjestelmään kuului myös projektori, jolla heijastettiin tarinoita toistaessa mattoon toistettavaan tarinaan liittyvän pehmolelun näköistä kuvaa, kuten kuvassa 3 näkyvässä tilanteessa pupun kuvaa. Kuvan liike animoitiin niin, että kuva liikkui kuten alkuperäisessä tarinassa käytetty pehmolelu. Tarinat toistettiin kahden kaiuttimen avulla, jotka olivat projektorin vierellä.



Kuva 3: Pehmolelun liikkeen animointi (Cassell & Ryokai 2001)

Leikkiessään lapsi voi puristaa pehmolelua kertoessaan tarinaa, jolloin järjestelmä nauhoittaa tarinan ja liittyy sen kyseiseen pehmoleluun liittyväksi tarinaksi. Leikkiessään jollain lelulla järjestelmä automaattisesti kertoo lapsen lopetettua oma tarinankerrontansa aikaisemmissa leikeissä kerrottuja tarinoita valiten tarinan älykkäästi siten, että sen valintaan vaikuttaa käytössä oleva pehmolelu sekä sen sijainti ja liike matolla. Lapsi voi siten leikkiessään kuunnella leluun liittyviä aikaisempia tarinoita, sekä kertoa omia tarinoitaan. Lisäksi lapsi voi halutessaan jatkaa taustatarinana kerrottua tarinaa ja kertoa sille vaikka toisenlaisen lopun.

12.4. Käyttäjätutkimus: Kuinka lapset leikkivät?

Järjestelmän testaukseen pyydettiin paikallisesta koulusta 36 lasta viiden ja kahdeksan ikävuoden väliltä. Lapset jaettiin neljään leikkiryhmään, joista kahdessa oli kuusi kahden lapsen

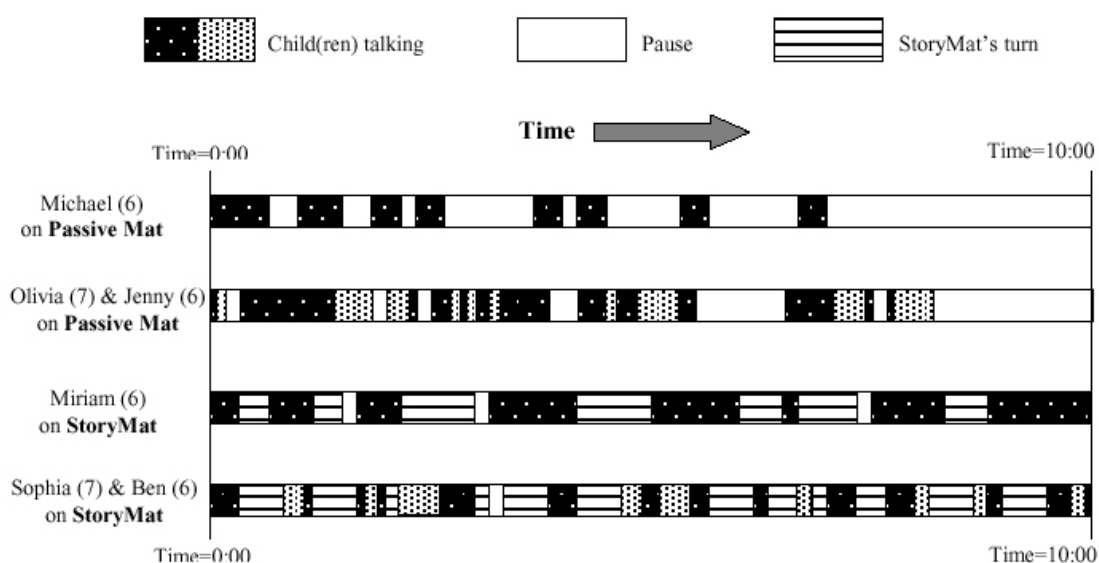
paria ja kahdessa kuusi lasta leikki yksin. Tarkoituksena oli selvittää tukeeko järjestelmä lasten omaa tarinankerrontaa. Lapset jaettiin ryhmiin satunnaisesti. Kaksi ryhmää (yksinleikkivät ja pareittain leikkivät) leikkivät passiivisella matolla, jossa oli käytettävänä vain matto leikki-alustaksi ilman aktiivisia järjestelmän osia ja toiset kaksi leikkivät käyttäen koko järjestelmää ja sen tuomia aktiivisia osia leikin lisänä. Aktiivisella matolla siis järjestelmä kertoi aiempia tarinoita ja lapsi voi nauhoittaa omia tarinoitaan, kun taas passiivisella matolla leikkittäessä käytössä oli vain matto ja pehmolelut ilman mitään muita järjestelmän osia. Lapset leikkivät matolla noin 15 minuuttia. Kymmenen ensimmäistä minuuttia tästä ajasta nauhoitettiin ja analysoitiin.

Kokeen aluksi kaikkia ryhmiä neuvottiin ”kuvittelemaan elävänsä tässä maailmassa (tarkoittaen maton maailmaa) ja kertomaan siihen liittyviä tarinoita”. Aluksi kokeen ohjaaja malliksi leikki hetken kunkin ryhmän kanssa ja kertoi mallitarinan. Lisäksi aktiivisella matolla leikkiviä neuvottiin painamaan pehmolelussa olevaa nappia tarinaa kertoessaan, jotta matto tietää, koska lapsi kertoo tarinaa sekä päästämään napista irti lopettaessaan merkiksi tarinan lopettamisesta. Lisäksi leikkiessään lasten kanssa aluksi tutkija aktiivisella matolla toimiessaan kuunteli lopuksi tarinan, jonka matto kertoi vastaukseksi. Tämän jälkeen lapsia pyydettiin kertomaan tarina ja heidät jätettiin leikkimään matolle keskenään, koska tutkimuksen tekijöiden mukaan monissa tutkimuksissa on havaittu lasten toimivan vähemmän keskenään, kun läsnä on aikuinen tarkkailija. Lapsille ei annettu mitään muita ohjeita.

12.5. Tutkimuksen tulokset

Tulosten analyysissä verrattiin keskenään erilaisten ryhmien välisen tarinoinnin aktiivisuutta sillä, kuinka paljon lapset olivat äänessä leikkiessään, lasten yhteistyön määrää sillä, kuinka paljon elementtejä lapset lainasivat toistensa tarinoista sekä tarinoiden sisällön laatua sillä, kuinka paljon lapset kertoivat tarinaa kolmannessa persoonassa, tarinan kertojana, sekä kuinka paljon lapset käyttivät mielikuvituselementtejä tarinoissaan.

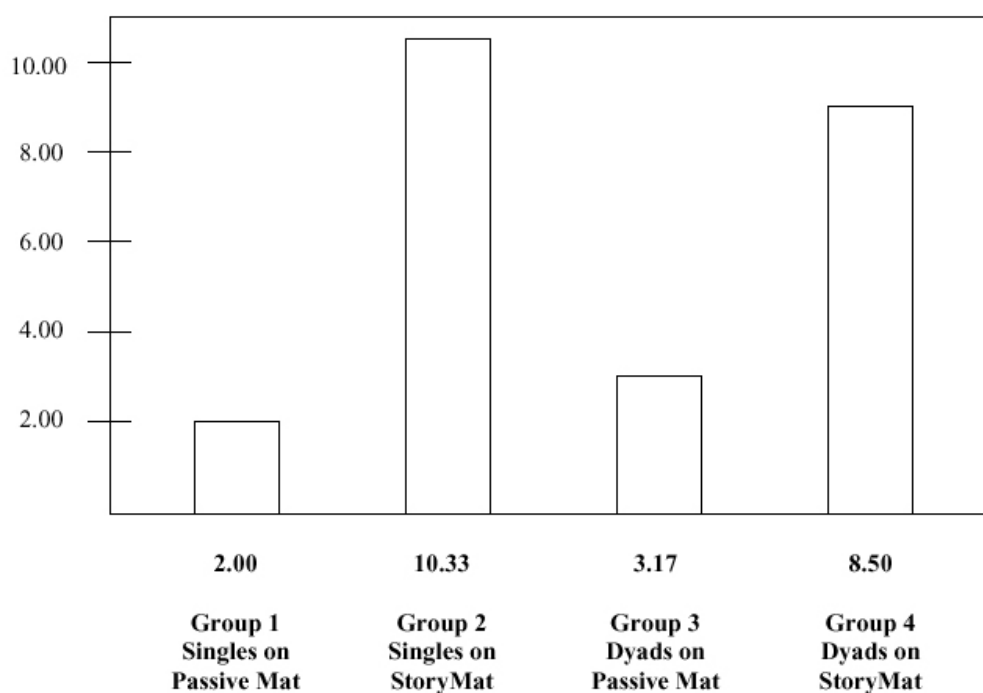
Ensimmäisenä tuloksena verrattiin sitä, kuinka aktiivinen lapsi oli leikissään ja tarinoinnissaan. Aktiivisuutta mitattiin sillä, paljonko lapsi on äänessä leikkiessään matolla. Tässä havaittiin että aktiivisella matolla olevat lapset olivat selvästi aktiivisempia kuin passiivisella leikkivät. Järjestelmä siis tuki lasten aktiivista osallistumista ja piti lasten mielenkiinnon yllä. Kaikkein passiivisimpia leikkijöitä olivat yksin passiivisella matolla leikkivät. Heillä tulikin paljon hetkiä, jolloin he jättivät koko maton ja tekivät jotain aivan muuta. Kuvassa 4 on esimerkkitaulukko lasten aktiivisuudesta eri ryhmissä, josta näkee esimerkkinä olleiden lasten äänessä olon määrän kokeen aikana.



Kuva 4: Lasten aktiivisuus leikkiessä (Cassell & Ryokai 2001)

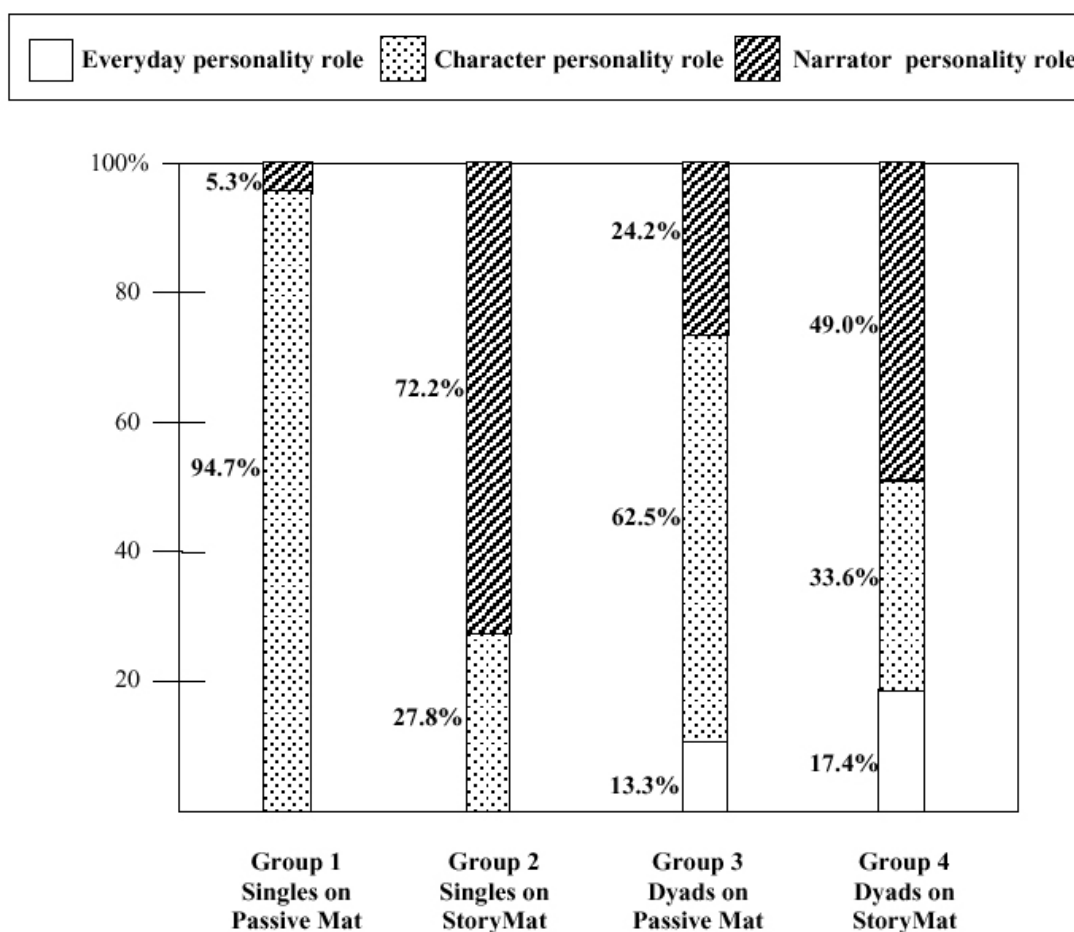
Seuraavaksi verrattiin lasten tarinoinnin ja luovuuden laatua. Tämä tehtiin niin, että mitattiin sessioista lasten käyttämien mielikuvitusesineiden määrä sekä kerrontatyyleiden osuus tarinankerronnasta. Mielikuvitusesineiden määrällä (kuva 5) tarkoitettiin sitä, kuinka paljon lapset tekivät muunnoksia käytössä olleista esineistä ja symboleista joihinkin selkeästi yksiselitteisiin tarinan elementteihin. Esimerkiksi tehtiinkö talosta "minun taloni" tarkoittaen tarinan hahmon omaa kotia. Kerrontatyyleillä (kuva 6) taas tarkoitettiin sitä, leikkikö lapsi roolileikkiä, eli äänteli pehmolelun äänellä ja "vain" leikki matolla sekä pehmoleluilla ensimmäisessä persoonassa vai kertoiko aktiivisesti tarinaa tarinankertojan roolissa kolmannessa persoonassa. Yhdessä leikkiviltä ryhmiltä mitattiin myös keskinäisen kommunikaation määrää, eli normaalin arki-minän määrää leikissä.

Oheisista taulukoista näkee selvästi kuinka aktiivinen matto lisäsi lasten luovuuden määrää (Kuva 5) sekä muutti tarinointia aktiivisemmaksi tarinankerronnaksi (Kuva 6). Passiivisella matolla leikkivät lapset tekivät selkeästi vähemmän muunnoksia todellisista esineistä mielikuvitusesineiksi kuin aktiivisella matolla leikkivät.



Kuva 5: Lasten käyttämien mielikuvitusmuunnosten määrä (Cassell & Ryokai 2001)

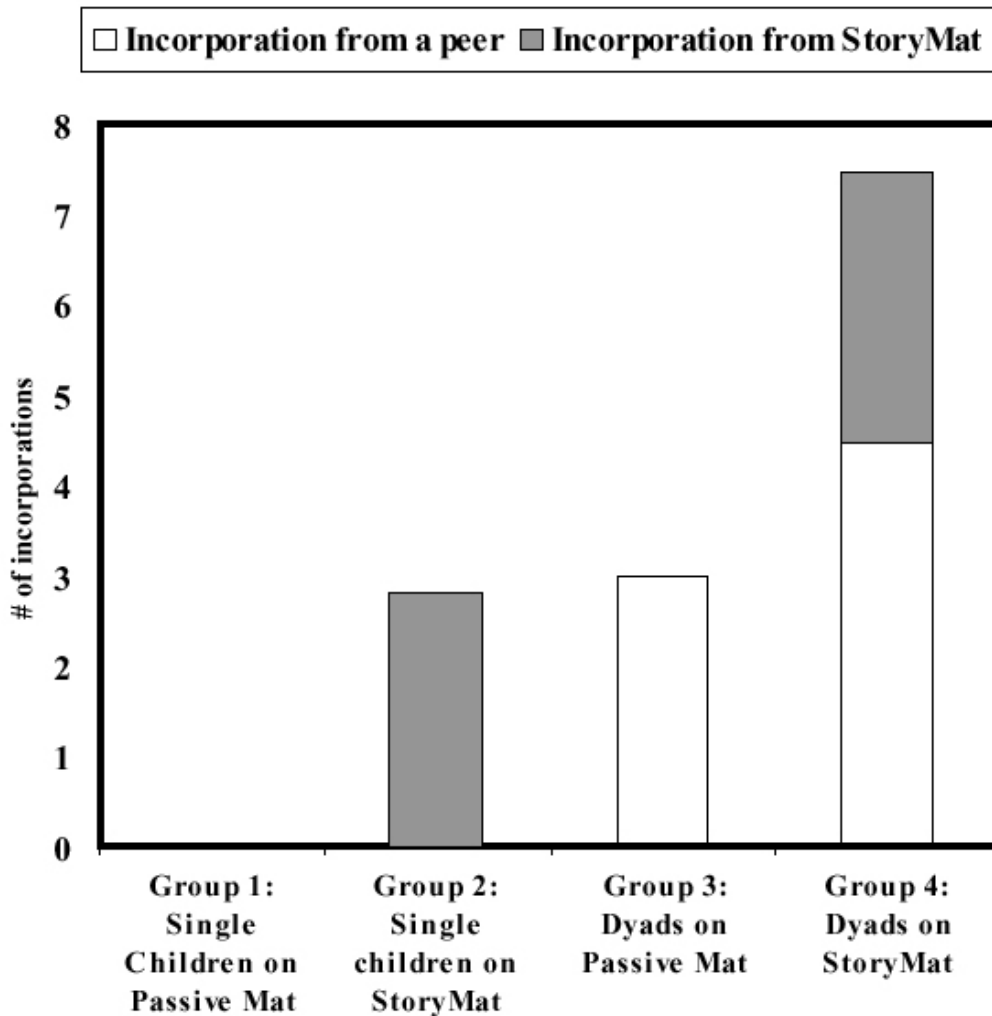
Järjestelmä siis tuki luovuuden käyttöä ja teki leikistä luovuuden kannalta rikkaampaa ja monipuolisempaa. Rooleissa taas huomattiin selkeä ero aktiivisen tarinankerronnan ja roolileikin välillä. Aktiivisella matolla leikkivät lapset kertoivat huomattavasti enemmän tarinankertojan kolmannessa persoonassa kerrottua tarinanmuodossa olevaa tarinaa, kun taas passiivisella matolla leikkivät lapset enemmän leikkivät ensimmäisessä persoonassa hahmon roolissa roolileikkiä.



Kuva 6: Lasten käyttämät tarinankerrontaroolit (Cassell & Ryokai 2001)

Järjestelmä siis selvästi tuki kunnollisten tarinoiden kertomista ”pelkän” leikkimisen sijaan. Tulokset näyttävät tukevan päätelmää, että StoryMat luo ympäristön, joka rohkaisee lapsia kertomaan kehittyneempää kuuntelijakeskeistä tarinankerrontaa.

Järjestelmän vaikutusta lasten yhteistoimintaan taas analysoitiin mittaamalla kuinka paljon lapset toivat elementtejä tarinoihinsa toisiltaan (Kuva 7). Tässä mitattiin sekä leikki-parin sisäistä vaikutusta, että StoryMatin kertomien tarinoiden vaikutusta lasten kertomien tarinoiden sisältöön. Tässä havaittiin että lapsi, joka leikkii yksin aktiivisella matolla, otti maton kertomista tarinoista käyttöönsä suunnilleen yhtä paljon elementtejä, kuin pareittain passiivisella matolla leikkivät lapset toisiltaan. Matto siis toimi yksinleikkivälle leikkiverina, jonka kanssa tarinoita kerrottiin. Mielenkiintoinen havainto oli kuitenkin se, että aktiivisella matolla leikkivät parit ottivat käyttöön suunnilleen yhtä paljon maton tarjoamia elementtejä kuin yksinleikkivät, mutta vaihtoivat keskenään lisäksi jopa hieman enemmän osia kuin passiivisella matolla leikkivät parit. Aktiivisella matolla leikkivien parien tarinoissa oli tämän vuoksi huomattavasti enemmän toisilta lainattuja elementtejä kuin muilla. Matto näytti toimivan lapsille leikkiverina, jonka tarinat otettiin huomioon omista tarinoista. Järjestelmä siis tuki yhdessä kerrottavaa tarinaa ja paransi siten lasten yhteistoimintaa tarinankerronnassa.



Kuva 7: Lasten lainaamien tarinaelementtien määrä (Cassell & Ryokai 2001)

12.6. Päätelmät ja pohdinta

StoryMat onnistui tekijöidensä mukaan tavoitteessaan toimia lasten avointa ennalta ohjaamatonta tarinankerrontaa tukevana järjestelmänä. Järjestelmä rohkaisi lapsia toimimaan yhdessä maton ja toistensa kanssa sekä kertomaan aktiivisesti tarinankertojan roolissa tarinanomaisia kuuntelijoille ymmärrettäviä tarinoita. Lisäksi lapset olivat StoryMatilla leikkiessään aktiivisempia ja luovempia kuin leikkiessään pelkästään passiivisella matolla. Tämä osoittaa, että tietotekniikalla on mahdollisuuksia tukea aktiivisesti lasten omaa luovaa toimintaa sen sijaan, että toimisi vain valmiin sisällön esittäjänä. Tällaiset järjestelmät ovat lapsille helppoja oppia sekä hyväksyä ja lisäksi ne tukevat lasten kielellistä kehitystä sekä luovuutta.

StoryMat järjestelmä on hyvä esimerkki siitä, miten lasten luovaa ja omaehtoista toimintaa voidaan tukea käyttäen apuna modernia teknologiaa. Tutkimuksessaan Cassell ja Ryokai pyrkivät hyvin monipuolisesti selvittämään lasten tarinankerronnan toimintaa ja tukemaan sitä järjestelmällään. Tutkimus pyrki vertaamaan kuinka aktiivinen järjestelmä parantaa lasten tarinankerronnan laatua ja aktivoi lapsia verrattuna passiiviseen. Kuitenkaan tutkimus ei

luotettavasti kyennyt vastaamaan siihen, vaikuttiko järjestelmän aktiivinen älykkäästi toimiva rooli lasten toimintaan paremmin kuin yksinkertainen passiivisesti toimiva mutta palautetta antava järjestelmä. Lapset leikkivät passiivisella matolla täysin ilman palautetta ja tiesivät ettei heidän tarinoitaan tallenneta. Tästä herääkin kysymys, kuinka tulokset olisivat muuttuneet, mikäli passiivisessa ympäristössä tarinoita olisi voinut nauhoittaa esimerkiksi tavallisella nauhurilla, josta lapset olisivat voineet sitten kuunnella niitä täysin järjestelmästä riippumattomasti. Nyt tutkimuksen tuloksissa väitettiin, että järjestelmä paransi lasten kerronnan laatua. Epäselväksi jää se, johtuiko ero järjestelmän aktiivisesta toiminnasta vai kuunneltavista tarinoista sekä tietoisuudesta, että tarinaa tallennetaan. Tässä mielessä tutkimus ei sinänsä vastaa kysymykseen, parantaako älykkäästi toimiva tietotekniikalla ohjattu järjestelmä lasten tarinoinnin laatua.

Epäselväksi jäi myös se, tiesivätkö ja näkivätkö lapset selvästi, että heitä kuvataan ja tarkkaillaan. Tämä kuitenkin vaikuttaa lasten toimintaan. Tietäessään esiintyvänsä lapset esiintyvät aivan erilailla kuin toimiessaan yksin. Aktiivisella matolla leikkiessään lapset tiesivät nauhoitavansa tarinoitaan muille kuunneltaviksi, jolloin he pyrkivät esiintymään aivan erilailla kuin vain leikkiessään. Jos lapset eivät passiivisella matolla leikkiessään tienneet olleensa kuvattavina, eivät he myöskään toimineet silloin samalla lailla kuin tietäessään esiintyvänsä. Saman muutoksen olisi voinut aiheuttaa vain näkyvillä oleva kamera tai nauhuri, josta lapset olisivat tienneet esiintyvänsä.

Tutkimuksessa tehtiin lasten ulkoisesta toiminnasta melko rohkeita päätelmiä, jotka kuitenkin voivat erota pelkästään sen vuoksi, että olosuhteet olivat erilaisia, eivätkä käytetystä järjestelmästä. Tutkimus osoittaaakin kiistattomasti oikeastaan vain sen, että kertoessaan tarinaa ympäristössä, jossa tarjotaan palautetta ja tarinoita malliksi sekä tietäessään esiintyvänsä ja tallentavansa tarinoitaan lapset kertovat tarinoita selkeämmin ja ymmärrettävämmin kuin leikkiessään keskenään, jolloin ulkoinen esiintyminen ei nouse lasten toiminnassa tärkeäksi osaksi toimintaa. Siihen, parantaako tietotekniikalla toteutettu järjestelmä lasten tarinankerrontaa, ei voida koeasetelmalla kovin luotettavasti vastata.

Lähteet

- Bers, M. & Cassell, J. (1998), Interactive Storytelling Systems for Children: Using Technology to Explore Language and Identity, *Journal of Interactive Learning Research*, vol. 9, s. 183-215.
- Cassell, J. (2001), Renga the Cyberstory, <http://renga.www.media.mit.edu/>. (Tarkistettu 25.11.2001)
- Cassell, J. & Ryokai, K. (1999), StoryMat: A Play Space for Collaborative Storytelling, In *Proceedings of CHI'99*, ACM.
- Cassell, J. & Ryokai, K. (2001), Making Space for Voice: Technologies to Support Children's Fantasy and Storytelling. *Personal Technologies* 5(3), s. 203-224.
- Glos, J. & Cassell J. (1997), Rosebud: Technological Toys for Storytelling. In *Proceedings of CHI'97*, ACM.

13. KidsRoom – interaktiivinen leikkitila

Matti AJ Karvonen

13.1. Johdanto

MIT Media Laboratoryssä tutkitaan teknologioita joita tarvitaan luotaessa hahmontunnistukseen pohjautuvia interaktiivisia ja eläytymiseen houkuttelevia ympäristöjä (*perceptually-based interactive and immersive spaces*) - ympäristöjä jotka reagoivat käyttäytyjien toimintaan fyysisessä tilassa. Konenäköön perustuva liikkeentunnistus (*computer vision-based action recognition*) ja muut käyttäjäystävälliset tunnistusteknologiat (*non-encumbering sensing technologies*) mahdollistavat sen, että fyysinen ympäristö voi antaa palautetta käyttäjän reaktioihin ja mukautua niihin. Esimerkiksi keittiö voisi käyttää videota ja ääntä opastaakseen käyttäjää ruuan valmistuksessa.

Bobickin ja muiden (1999) kehittämä KidsRoom oli MIT:ssä rakennettu, hahmontunnistukseen pohjautuva interaktiivinen ja narratiivinen leikkitila lapsille. Kuvia, musiikkia, tarinaa, valoja ja ääniefektejä käyttämällä muutettiin tavallisen oloinen lapsen makuuhuone fantasia- maaksi jossa lapset osallistuivat vuorovaikutteiseen seikkailukertomukseen. Huone oli kalustettu tavallisilla huonekaluilla ja sänkyä käytettiin keskeisenä osana seikkailua. Tietokoneohjattuna ja täysin automaattisena huone reagoi lasten toimintaan käyttäen kahta isoa valkokangasta seinillä, kaiuttimia, teatterivalaistusta, videokameroita ja mikrofonia. Se oli suunniteltu ensisijaisesti 6 – 10 -vuotiaille lapsille ja seikkailun kesto vaihteli riippuen lasten reagoineista sen aikana. Tarinan aikana lapsia innostettiin toimimaan ryhmänä ja vuorovaikutus huoneen kanssa tapahtui joko huonekaluja käyttäen tai seinille heijastettujen animaatioiden avulla. Toiminnassa KidsRoom oli 2 kuukauden ajan vuoden 1996 lopulla.

Seuraavaksi kuvataan ensin KidsRoom -projektin lähtökohtia ja tavoitteita sekä seikkailukertomuksen toteutustapaa ja siinä käytettyjä kontrollitekniikoita. Kehittäjien arvioita tavoitteiden toteutumisesta ja heidän huomioitaan KidsRoomin puutteista, virheistä ja onnistumisista kuvataan myös. Lopuksi esitetään hiukan pohdintaa jota KidsRoom -projektiin tutustuminen herätti.

13.2. Taustaa

Bederson ja Druin (1995) jaottelevat interaktiivisten tilojen kuten virtuaalimaailmojen rakentamisen sellaisiin järjestelmiin, joissa informaatio on fyysisen maailman jatke ja toisaalta sellaisiin, joissa informaatio on sulautettu fyysiseen maailmaan. Suurin osa käyttöliittymätutkimuksesta on keskittynyt ensimmäiseen kategoriaan, joka edellyttää käyttäjältä varusteita kuten sensorein varustettuja käsineitä, erityisesti väritettyjä vaatteita tai mikrofoneja. KidsRoom oli esimerkki jälkimmäisestä kategoriasta jossa tietokoneen käyttöliittymä sulautuu fyysiseen ympäristöön. Yksi varhainen esimerkki tällaisista ”älykkäistä tiloista” oli Boltin (1984) yhdessä Negroponten kanssa toteuttama Media Room, jossa käyttäjä pystyi kommunikoimaan tietokoneen näytön kanssa puhumalla tai osoittelemalla – tosin sen aikainen tekniikka edellytti kehoon asetettuja sensoreita aistimaan puheen ja liikkeen.

Fyysisen, piilo-ohjatun (remotely sensed) interaktiivisen tilan tutkimus alkoi Kruegerin (1993) Videoplace -systemistä, jonka installaatiot sisälsivät erilaisia interaktiivisuuden muotoja. Käyttäjä saattoi esimerkiksi olla vuorovaikutuksessa oman silhuettinsa kanssa, joka oli heijastettu valkokankaalle. ALIVE -projekti (Maes *et al.* 1994) paransi Kruegerin järjestelmää lisäämällä siihen liikkeentunnistusta, joka pystyi paikantamaan käyttäjän sekä tunnistamaan hänen liikkeitänsä. Näin käyttäjä pystyi olemaan vuorovaikutuksessa valkokankailla näkyvien virtuaalihahmojen kanssa.

Intelligent Room -järjestelmä (Torrance 1995) rakentui usean kameran ja kahden valkokankaan avulla. Käyttäjän liikkeitä havaittiin konenäön avulla ja järjestelmä tunnistoi noin 25 lausetta. Tietokone ymmärsi esimerkiksi kysymyksen: ”Mikä säätila täällä on?”, tunnistoi käyttäjän osoittaman kaupungin joka näkyi toisen valkokankaan kartalla ja antoi sitten sääennustuksen toiselle valkokankaalle.

Narratiivisiä ja interaktiivisia tiloja on yhdistetty jo ennen KidsRoomiakin. Druin ja Perlin (1994) rakensivat interaktiivisen tilan aikuisille joka reagoi käyttäjien liikkeisiin ja esineiden koskemisiin. Installaatioita oli kolme erilaista, joista yksi oli humoristinen lastenkaitsemisesta kertova, toinen vakavampi taivaasta ja helvetistä kertova ja kolmas murhamysteerio. Järjestelmä sisälsi tietokoneohjattua valoa, ääntä ja videota ja sai syötteitä erilaisten sensorien avulla. Davenport ja Friedlander (1995) tutkivat lisää narratiivien yhdistämistä interaktiiviseen tilaan ja rakensivat nelimaailmaisen installaation, jonka tarkoituksena oli antaa käyttäjille tunne, että he kävelivät näyttörüudun läpi taikamaailmaan. Installaatiossa käytettiin valoa, ääntä, videota ja tietokonenäyttöä. Tilan ulkopuolella oli avustaja, joka auttoi käyttäjää taikamaailmassa kommunikoimalla tämän kanssa tietokoneen välityksellä.

13.3. Projektin tavoitteet ja suunnittelun lähtökohdat

Pohjimmaksi tavoitteena KidsRoomin suunnittelussa oli sellaisen ympäristön rakentaminen, joka käyttäisi useita konenäön tekniikoita automaattisen liikkeentunnistuksen apuna. Suunnittelukriteereitä luotaessa kävi selväksi, että projektista tulisi interaktiivisen tilan suunnittelusta. Projektin tavoitteiksi asetettiin:

1. *Toiminta fyysisessä tilassa.* Koska MIT:n konenäkö tutkimukset keskittyvät ihmisten liikkeen tunnistukseen, asetettiin lähtökohdaksi, että toiminta tapahtuu fyysisessä tilassa eikä virtuaalisesti näyttöruudun välityksellä.
2. *Näkemiseen perustuva tunnistus.* Toiminta tilassa on luonnollisempaa ja vapaampaa kun käyttäjien ei tarvitse käyttää sensoreita, "virtuaalikypäriä", kuulokkeita, mikrofoneja tai erikoisesti väritettyjä vaatteita. Koska MIT:ssä painotus on videokameran avulla tapahtuvassa liikkeentunnistuksessa niin muunlaiset sensorit kuten katkaisijat sängyssä tai lattiassa suljettiin pois laskuista.
3. *Usean käyttäjän järjestelmä.* Interaktiiviset viihdyttävät tilat ovat houkuttelevampia, sosiaalisempia ja hausempia jos niihin voidaan osallistua ryhmänä. Aiemmat vastaavat kokeilut ovat pääasiassa sallineet yhden tai korkeintaan kahden käyttäjän yht'aikaisen osallistumisen, tässä oli tarkoitus sallia käyttäjien kommunikoinen myös toistensa kanssa eikä vain järjestelmän.
4. *Kontekstin käyttö.* Yksi tutkimuksen kohteista MIT:ssä on kontekstin käyttö konenäköön perustuvan tunnistamisen luotettavuuden parantamisessa. Tavoitteena oli rakentaa ympäristö joka ei olisi ainoastaan yhteydessä johonkin tilanteeseen (esim. tarinan kohtaan) vaan joka pystyy muuttamaan kontekstia kontrolloimalla ympäristöä.
5. *Läsnäolo, sitoutuminen ja mielikuvoitus.* Ympäristön tuli olla elämyksellinen ja houkutteleva jossa osallistujien ei myöskään tarvitsisi pyytää apua ulkopuolisilta. Lisäksi haluttiin luoda narratiivinen kokemus jossa käyttäjien osallistuminen ja eläytyminen kertomukseen olisi ensisijainen näkökulma.
6. *Lapset.* Ympäristö haluttiin rakentaa lapsille. Aiemmissa tutkimuksissa oli todettu, että aikuisilla on joskus vaikeuksia eläytyä interaktiivisiin esityksiin. Lapset on helpompi temmata mukaan tarinaan, koska leikki on heille luonnollista.

13.4. KidsRoomin toteutus

Leikkitila

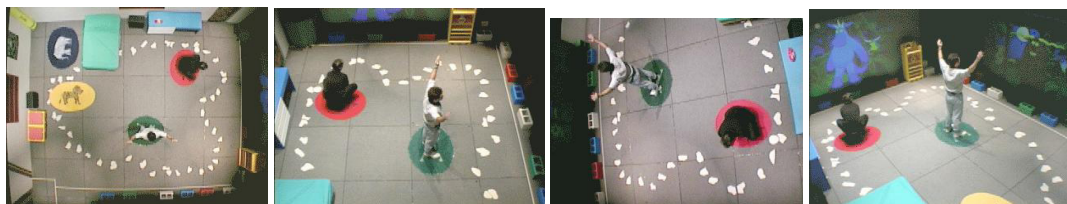
KidsRoom oli rakennettu tavallisen lapsen makuuhuoneen näköiseksi, noin 7 * 5 metrin kokoiseksi tilaksi jonka seinät oli rakennettu sermeistä (kuva 1). Kaksi seinää olivat tavallisen huoneen seinien kaltaisia ikkunoineen ja sisustusmateriaaleineen ja kaksi seinistä isoja valkokankaita, joille kuvat heijastettiin huoneen ulkopuolelta. Seinien takana oli huoneen automaattiseen ohjaamiseen tarkoitettu tietokonelaitteisto. Tietokoneohjatut värivalot huoneen seinillä hoitivat valaistuksen ja joka seinälle sijoitetut kaiuttimet tuottivat huoneeseen ääniefektit. Neljä videokameraa oli sijoitettu huoneen yläpuolelle ja yksi mikrofoni välitti osallistujien puheet tietokoneille.



Kuva 1. Yleiskuva KidsRoomista (The KidsRoom 1996).

Huoneessa oli normaalit lastenhuoneen huonekalut, joista sänky oli siirrettävä ja muut huonekalut oli kiinteästi asennettu koska sänky oli ainoa esine, jota tietokoneet tarkkailivat tarinan aikana. Neljään mattoon oli kuvattu eläimiä ja lattiaan oli merkattu kuvitteelliset kivien paikat, joita käytettiin tarinan edistyessä. Lattialle oli myös laitettu esteet ehkäisemään lapsia työntämästä sänkyä valkokankaitten läpi.

Huone ohjasi lapsia videon, musiikin, nauhoitetun tarinan, ääniefektien ja valaistuksen avulla. Seinille heijastettavien videoanimaatioiden tarkoituksena oli luoda tunnelma tarinan eri vaiheisiin. Ääni tuli kaiuttimista eri puolilta huonetta luoden tuntua siitä että asioita tapahtuu eri puolilla. Jotkut ääniefektit olivat niin kovaäänisiä, että saivat lattian tärisemään ja tuottivat näin myös fyysisiä kokemuksia (veneen karille ajaminen, hirviöiden karjunta). Huonetta tarkkailevista neljästä videokamerasta kolme tunnisti osallistujien liikkeitä ja yksi tuotti videokuvaa tarkkailuryhmälle ja dokumentaatiota varten (kuva 2). Valaistus oli muuttumaton silloin kun liikkeentunnistamista tarvittiin mutta muuten valaistuksella voitiin korostaa eri kohtia huoneesta. Mikrofonin tarkoitus ei ollut tunnistaa lasten lauseita vaan rekisteröidä äänten voimakkuutta. Huonetta ohjasi kuusi tietokonetta jotka kokeessa olivat erilaisia työasemia mutta voitaisiin korvata tehokkailla mikrotietokoneilla.



(a)

(b)

(c)

(d)

Kuva 2. Hahmon- ja liikkeentunnistukseen käytettyjen kameroiden kuvakulmat (a – c) sekä yleiskuvaa välittävän kameras kuvakulma (d) (The KidsRoom 1996).

Tarina

KidsRoomin perustana oli interaktiivinen ja mielikuvituksellinen seikkailutarina, jonka innoittajana olivat sellaiset lastenkertomukset kuin Barrien (1988) Peter Pan, Sendakin (1963) Where the Wild Things Are sekä Disneyn (1971) elokuva Bedknobs and broomsticks. Seikkailu alkoi tavallisesta makuuhuoneesta jolloin valkokankaille oli heijastettu tavalliset seinät ja varsinainen tarina perustui kolmen erilaisen "maailman" läpikäymiseen. Tarina oli monista multimediatuotteista poiketen lineaarisesti etenevä, koska KidsRoomissa haluttiin vahva tarina lasten motivaation herättämiseksi. Ennen huoneeseen menoa lapsille annettiin ainoastaan vihje, että päästäkseen taikamaailmaan heidän tarvitsisi saada selville taikasana kysymällä huonekaluilta.

Makuuhuonemaailma

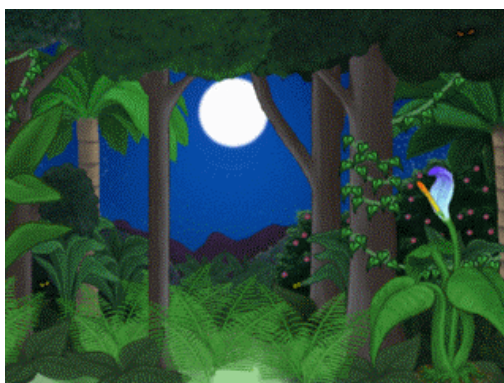
Lapset tulivat huoneeseen ovesta yksitellen ja yksi konenäön tehtävä oli tarkkailla huoneeseen saapuvia ja sieltä poistuvia ihmisiä. Jonkun lapsen lähestyessä jotakin huonekalua alkoi huonekalu puhua ja taikasanan metsästys pääsi alkuun (kuva 3). Esimerkiksi vaatekaappi sanoi: "Terve, kaveri. Olen merirosvojen aarrearkku. Minä en tiedä taikasanaa mutta sammakko tuolla matolla voisi tietää." Sammakkoa kuvaava matto ohjasi lapset jälleen jonkun muun huonekalun luo ja tämä toistui muutamia kertoja. Järjestelmä valitsi sattumanvaraisesti huonekalut, joiden luokse se lapset ohjasi, jotta tarinan alku ei olisi ollut aina samanlainen. Mikäli lapset jostain syystä hämmentyivät eivätkä menneet oikeaan paikkaan, huone lopulta reagoi ja auttoi lapsia sanomalla esimerkiksi: "Hei tänne päin. Tänne keltaisen hyllyn luo!" Lopulta joku huonekaluista paljasti lapsille taikasanan ja kaikki huonekalut alkoivat toistaa sitä jotta lapset varmasti kuulisivat ja muistaisivat sen. Hetken päästä kuului äidin ääni, huonekalut hiljenivät ja äiti käski lasten mennä nukkumaan. Kun lapset menivät sängylle, valot sammuiivat ja ainoastaan seinällä oleva mörkönuken kuva oli valaistu. Mörkö iski silmää ja pyysi lapsia huutamaan kovaan ääneen taikasanan jotta he pääsisivät suureen seikkailuun.



Kuva 3. Käyttäjät kyselemässä taikasanaa kaapilta (The KidsRoom 1996).

Metsämaailma

Lasten huudettua taikasanan suureen ääneen huone pimeni ja kaksi huoneen seinistä muuttui piirretyksi metsäiseksi fantasiamaailmaksi (kuva 4). Kertojan ääni kertoi lastenkirjoista tuttuun runolliseen tyyliin: "Tervetuloa KidsRoomiin. Täällä voitte nähdä sen mistä olette nähneet unta." Valojen sytyttyä kertoja kertoi lasten olevan syvällä metsässä, mörköjen olevan lähellä ja että lasten tulisi seurata polkua joelle. Lattiaan oli merkitty polku ja lasten tehtävä oli ymmärtää seurata sitä. Jos niin ei käynyt, kaiuttimista kuului vihjeitä pysyä yhdessä ja seurata polkua. Lapset seurasivat polkua ympäri huonetta ja kuulivat samalla mörköjen kaukaista metelöintiä jolloin kertoja sanoi sängyn olevan puu, jonka taakse lasten tulisi mennä piiloon. Jos he eivät menneet niin mörköjen ääni koveni ja hetken päästä kertoja kehotti heitä uudelleen piiloutumaan puun taakse. Jonkin aikaa polulla kävelyään lapset tulivat joelle.



Kuva 4. Valkokankaalle heijastettu kuva metsästä (The KidsRoom 1996).

Jokimaailma

Lasten saavuttua joelle kertoja onnitteli sinne asti pääsemisestä. Valkokankaalle vaihtuivat kuvat joesta: toiselle pois päin virtaavasta ja toiselle näkymä joen rantatörmästä. Lapsille kerrottiin sängyn olevan nyt vene ja kun lapset olivat "työntäneet" veneen vesille alkoivat kuvat valkokankailla liikkua kuvaten joessa etenemistä. Jos joku veneessä olijosta putosi veteen, kertoja huusi "matkustaja yli laidan" ja kehotti lasta nousemaan takaisin veneeseen. Pian ilmestyi näkyviin tukkeja ja kiviä, jotka lasten tuli väistää melomalla jommalla kummalla puolella venettä (kuva 5). Jos he onnistuivat väistöissä, ääni kehui heitä ja jos eivät niin tapahtui törmäys jonka jälkeen lapsille annettiin vihjeitä miten törmäyksen voisi välttää (kokemus kylläkin osoitti, että lapset pitivät törmäilystä ja ohjasivat veneen kohti kiviä ja tukkeja).

Lopulta näkyviin ilmestyi ranta ja lapsia kehoitettiin työntämään vene rannalle. Kaiuttimista kuului rahiseva ääni kun vene työnnettiin rantaan ja jostain kaukaa kuului äidin komento: "Lopettakaa nyt se huonekalujen siirtely ja pankaa sänky takaisin sinne minne se kuuluu". Jos lapset eivät siirtäneet sänkyä alkuperäiselle paikalle, annettiin vihjeitä sen siirtämiseen kunnes sänky oli oikealla paikalla.



Kuva 5. Käyttäjät yrittävät melomalla väistää kiveä (The KidsRoom 1996).

Mörkömaailma

Valkokankaille heijastuivat kuvat metsästä, pöllöt huhuilivat ja oksien kuultiin katkeilevan. Kertoja toivotti lapset tervetulleeksi Mörköjen Maahan ja mörköjen hiljaista karjuntaa alkoi kuulua. Hetken päästä karjunta koveni ja valkokankaille ilmestyi piirrettyjä, ystävällisen näköisiä mörköjä. Mörköjen karjunnan jatkuessa huone kuiskasi vihjeen, että yhdessä huutamalla möröt saattaisivat vaieta. Jos lasten ääni ei ollut tarpeeksi kova, huone antoi ohjeita huutaa kovempaa. Möröt vaimenivat ja olivat hölmistyneen näköisiä ja rytmikkäämpi musiikki alkoi soida. Kertoja sanoi mörköjen kutsuvan lapset tanssiin ja kehotti heitä menemään seisomaan matoille. Konenäköjärjestelmä vaati, että yhdellä matolla on vain yksi lapsi joten jos useampia lapsia pyrki samalle matolle niin möröt puuttuivat asiaan sanomalla: "Hei! Vain yksi lapsi yhdelle matolle että voimme nähdä kaiken mitä tapahtuu." Samoin jos joku poistui matolta niin möröt kehottivat pysymään matolla.

Möröt alkoivat opettaa lapsille tanssia liike kerrallaan (kyykistyminen, käsien laitto Y-asentoon, käsillä lentämistä matkiminen ja pyörähdys ympäri kädet sivuille nostettuina). Lapset toistivat liikkeitä, järjestelmä tarkkaili kahdella matolla olevia lapsia ja möröt kehuivat heitä kun he tekivät liikkeen oikein (kuva 6). Liikkeet läpikäytyään möröt kehottivat lapsia tanssimaan ja matkivat kahdella matolla olevien lasten liikkeitä. Jos lasten liikkeitä eivät olleet sellaisia, jotka järjestelmä tunnisti, kehottivat möröt kokeilemaan jotakin opettamistaan liikkeistä. Hetken aikaa tanssittuaan möröt kehottivat lapsia tanssimaan vähän riehakkaammin ja musiikki muuttui meneväksi. Hetken päästä kuului taas äidin ääni ja musiikki loppui: "Minähän sanoin jo, että nyt sänkyyn. Ja olen tosissani!" Jos lapset eivät totelleet niin äiti vielä komensi lapsia sänkyyn ja kun kaikki lapset olivat sängyllä möröt totesivat, että ehkä nyt on paras olla hiljaa mutta ensi kerralla rokataan. Valot sammuihin, rauhallisempi musiikki soi, möröt jättivät jäähyväiset ja valkokankailla metsä vaihtui takaisin makuuhuoneen seiniksi. Valot syttyivät ja kertoja kiitti lapsia retkestä Mörköjen Maahan.



Kuva 6. Mörkö opettaa lapsille tanssiliikkeitä (The KidsRoom 1996).

13.5. KidsRoomin havainnointi- ja kontrollitekniikat

KidsRoom mittasi sekä useiden ihmisten olinpaikkaa että liikettä ja käytti niitä tietoja kone-näköön perustuvien hahmontunnistusalgoritmien (*vision-based perceptual algorithms*) apuna tunnistaakseen huoneessa tapahtuvan toiminnan. Tarinan etenemistä, valaistusta ja äänimaailmaa säädeltiin hahmon- ja liikkeentunnistusjärjestelmillä sekä äänenvoimakkuuden tunnistamisen avulla.

Hahmontunnistus (*Object Tracking*)

KidsRoom tunnisti suoraan yläpuolella olevan kameran avulla neljän henkilön ja liikutettavan sängyn paikat. Jotkut maailmoista tarvitsivat myös tiedon siitä, onko joku lähellä jotakin esinettä (makuuhuoneen huonekalut puhuivat vain kun joku on lähellä). Hahmontunnistusta käytettiin myös sen selville saamiseen, ovatko ihmiset ryhmässä ja ovatko he siellä päin huonetta kuin heidän oletetaan olevan. Valaistuksen oli oltava vakaa silloin kun hahmontunnistusta käytettiin. Hahmontunnistusjärjestelmä häivytti hahmoilta taustan ja teki jokaisesta hahmosta oman "pikselitäplänsä" (kuva 7). Jos kaksi täplää yhdistyivät, järjestelmä yhdisti ne yhdeksi kahden objektin täpläksi. Järjestelmän oli tiedettävä, kuinka monta ihmistä huoneessa on joka tapahtui tunnistamalla hahmot huoneen ovella sisään tultaessa tai sieltä poistuttaessa - tosin kokeessa piti varmistaa, ettei kukaan poistunut huoneesta silloin kun hahmontunnistus ei ollut toiminnassa koska sitä järjestelmä ei pystynyt käsittelemään. Se käsitteli maksimissaan neljää hahmoa kerralla joka ei johtunut hahmontunnistusalgoritmista vaan tarinan suunnittelemisestä neljälle.

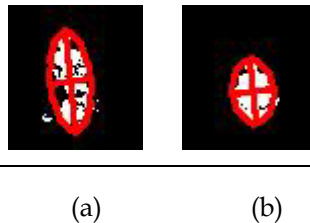


Kuva 7. Hahmontunnistusjärjestelmän ”pikselitäplät” sängystä ja 3 ihmisestä (The KidsRoom 1996).

Liikkeentunnistus (*Movement Detection*)

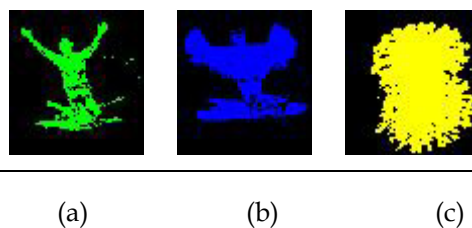
Liikkeentunnistusta tarvittiin etenkin melontakohtauksessa ja mörköjen tanssissa. Melontakohtauksessa liikkeentunnistusalgoritmi vaati, että kaikki lapset ovat sängyssä eikä esim. raajoja roiku sängyn ulkopuolella. Jos niin tapahtui, järjestelmä kehotti pitämään jalat veneessä etteivät hait syö heitä. Kun lapset yrittivät väistellä tukkeja ja kiviä, liikkeentunnistusalgoritmi mittasi videokuvan ruuduilta pikselimuutokset kummallakin puolella venettä. Mitä enemmän jommalla kummalla puolella melottiin, sitä suuremmat muutokset videon ruutujen välillä olivat ja järjestelmä pystyi päättämään tapahtuuko törmäystä vai ei.

Mörkökanssissa tarvittiin hieman tarkempaa liikkeentunnistusta. Järjestelmä edelleen häivytti hahmojen taustan ja käytti vain hahmojen silhouetteja. Lasten seisossa matolla se rekisteröi normaalitilan, kyykistymistä verrattiin normaalitilaan ja tarpeeksi suuri muutos käsitettiin kyykistymiseksi (kuva 8).



Kuva 8. Muutoksen vertailua seisomisesta (a) kyykistymiseen (b) (The KidsRoom 1996).

Käsien Y-asento tunnistettiin silhuettikuvasta jota verrattiin tietokantaan talletettuihin esimerkkeihin ja tunnistus tapahtui sitä kautta. Linnun lento ja pyörähtäminen kädet levällään tunnistettiin lyhyin aikaväleihin tapahtuneisiin muutosten mittaukseen ja muutoksia verrattiin tietokantaan talletettuihin esimerkkeihin (kuva 9).



Kuva 9. Tietokannan silhuettikuvat Y -asennosta (a), linnun lennosta (b) sekä pyörähtämisestä (c) (The KidsRoom 1996).

Muu kontrollointi

Tarinan säätelyjärjestelmä sai informaatiota tunnistusjärjestelmiltä "tietääkseen" mitä huoneessa tapahtui. Sen oli esimerkiksi tiedettävä onko huoneessa joku vai olivatko lapset poistuneet - jos kaikki poistuvat huoneesta pitää myös tarinan loppua. Tarina koostui pienistä tapahtumaketjuista joten oli mahdollista kontrolloida tarinan etenemisen ajastamista. Samalla tavalla hallittiin myös äänimaailmaa ettei yhteen sopimattomat äänet kuuluneet samanaikaisesti (esimerkiksi kova musiikki ja kertojan puhe). Musiikki koostui 50 lyhyestä MIDI-lohkosta ja niiden valinta samoin kuin äänen voimakkuus ja tempo olivat tietokoneohjattuja ja vaihtelivat sen mukaan mitä huoneessa tapahtui tai missä vaiheessa tarina oli.

Valaistuksen oli oltava hyvä ja vakaa aina kun liikkeen- tai hahmontunnistus oli käynnissä ja lisäksi aina ennen tunnistusta oli kyettävä mittaamaan kulloinkin valaistuksen taso. Eri-laisia valaistusefektejä tai muutoksia tapahtui vain siirtymävaiheissa jolloin tunnistus ei ollut päällä. Valkokankaalle heijastettavat animaatiot olivat still-kuvista koottuja animaatiopätkiä, joita voitiin toistaa ja vaihdella samoja taustoja vasten esimerkiksi mörköjen tanssissa. Prosessin ohjaus noudatti asiakas-palvelin -tekniikkaa, jossa koko järjestelmän kontrollointiohjelma oli asiakas joka sai syötteensä kymmeneltä palvelimelta ja muodosti niistä käsityksen, mitä huoneessa tapahtui ja miten siihen tulisi reagoida.

13.6. Tavoitteiden toteutuminen

Alkuperäisten tavoitteiden toteutumista arvioitiin KidsRoom -projektin tuotoksen kannalta mutta myös siltä kannalta, mitä vaikutuksia tavoitteiden toteutumisella voisi olla konenäkö-algoritmien kehitykseen. Tavoitteiden toteutumista työryhmä arvioi seuraavasti:

1. *Toiminta fyysisessä tilassa.* Tavoitteena oli rakentaa ympäristö jossa toiminta tapahtuisi todellisessa tilassa eikä näytöllä tai valkokankaalla. KidsRoom täytti tämän tavoitteen. Oikeiden esineiden käyttäminen ei KidsRoomissa toteutunut täydellisesti koska sänky oli ainoa liikuteltava ja seurattava esine johtuen hahmon- ja liikkeentunnistusjärjestelmän rajoittuneisuudesta sekä tarinan keskittymisestä yhden liikuteltavan esineen ympärille. KidsRoom pystyi siis tarkkailemaan neljää ihmistä ja yhtä liikuteltavaa esinettä johtuen edellä mainituista rajoituksista. Hankaluutena ihmisten tai liikuteltavien esineiden lisäämiseen olisi ollut myös se seikka, että mitä enemmän ihmisiä tai liikuteltavia esineitä tilassa on, sitä vaikeammaksi käy ihmisten reaktioiden ennustettavuus. Tavoitteena oli myös saada lapset toimimaan mielikuvituksensa mukaan josta syystä video- ja äänimaailma rakennettiin "taustahahmoiksi". Videot olivat kaksiulotteisia animaatioita ettei niistä olisi tullut huomion keskipistettä ja kun äänellä oli merkittävä osuus tarinan eteenpäin viemisessä yritettiin sillä ohjata lapsia fyysiseen toimintaan.

Siitä huolimatta tai ehkäpä juuri siksi video- ja äänimaailma näytti toimivan tavoitteita tukevasti.

2. *Näkemiseen perustuva tunnistus.* KidsRoomissa ei ollut muita rajoitteita tai esivalmisteluja osallistujien suhteen kuin se, että heidän oli saavuttava huoneeseen yksitellen. Huoneessa ei myöskään ollut mitään havaittavia sensoreita ja tarkkailevat kameratkin oli sijoitettu korkealle näkymättömiin. Lapsille tuli huoneesta taianomainen tunnelma. He eivät painelleet nappeja tai muita sensoreita - he vain olivat omana itsenään ja huone reagoi heidän käyttökseen.
3. *Usean käyttäjän järjestelmä.* KidsRoomin tapainen seikkailu on hauskeempaa tehdä ryhmässä ja seikkailu sai lapset toimimaan yhdessä. Esimerkiksi melontakohtauksessa lapset antoivat toisilleen ohjeita miten meloa että vältettäisiin törmäys tukkeihin ja kiviin.
4. *Kontekstin käyttö.* Hahmon- ja liikkeentunnistusjärjestelmä oli yhteydessä tarinan kulkuun ja juoneen. Järjestelmä ei helposti tunnistaisi, mitä sängyllä melontakohtauksessa tapahtuu mutta jos tarina on siinä vaiheessa, että lasten tulisi meloa toisella laidalla venettä on liikkeentunnistus helpompaa. Tarina auttoi järjestelmää myös mörköjen tanssikohtauksessa, jossa möröt antoivat lapsille ohjeita pysyä matolla että liikkeentunnistusjärjestelmä voisi toimia.
5. *Läsnäolo, sitoutuminen ja mielikuviutus.* Lineaarisen ja mielenkiintoisen tarinan merkitys KidsRoomin kaltaisissa toteutuksissa joissa yhdistetään teknologia ja narratiivisuus on merkittävä sitoutumisen kannalta. Tarinan mukanaolo saa osallistujat ja varsinkin lapset uppoutumaan huoneen maailmaan niin, että heistä tulee osallistuvia eivätkä he yritä huiputtaa järjestelmää tai testata sen rajoituksia. Eläytyminen tarinaan on suurta kun lapset uskovat voivansa vaikuttaa tarinan kulkuun ja käännteisiin. KidsRoomin suuri haaste oli saada luonnollisella tavalla hyväksytyä hahmontunnistuksen rajoitteet - tämä toteutettiin myös tarinan avulla. Jos hahmontunnistus ei esimerkiksi osannut tunnistaa tanssijoita oikein (samalla matolla oli useita lapsia tai he olivat muuten liian lähellä toisiaan) niin tarinan möröt kehottivat lapsia pysymään jokainen omalla matollaan että he voisivat paremmin nähdä lapset. Huonompi vaihtoehto olisi ollut keskeyttää tarina ja antaa kertojan sanoa: "Vain yksi henkilö mattoa kohden, kiitos." Myös osallistujien arvaamaton käytös olisi voinut aiheuttaa järjestelmälle vaikeuksia ja vaikuttaa elämysten kokemiseen. Liikkeentunnistusjärjestelmä mörköjen tanssin aikana saattoi mennä sekaisin jos lapsi ei tehnyt sellaista liikettä jota mörkö oli opettanut. Ongelma ratkaistiin niin, että mörkö toisti vain jotakin tanssiliikkeistään sanomatta mitään mikä loi lapselle tunteen ettei mörkö totellut häntä. Heti kun lapsi teki liikkeen oikein mörkö toisti sen ja sanoi jotakin rohkaisevaa ja lapsi ei huomannut että kyseessä olikin hahmontunnistuksen ongelma.
6. *Lapset.* KidsRoomin -tyyppisen kokeilun tekeminen lapsille on sekä palkitsevaa että vaikeaa. Lapset eläytyvät huoneen tarinaan helposti, innostuvat asiasta ja osaavat ottaa

piirroshahmot elävinä mielikuvitusshahmoina mukaan kokemukseensa. He myöskin sietävät teknisiä ongelmia tai toimimattomuutta aikuisia paremmin. Toisaalta lasten käytös ja varsinkin ryhmässä ei ole kovin hyvin ennustettavissa. He eivät myöskään ole yhtä pitkäjänteisiä kuin aikuiset ja pitkät tarinankerrontapätkät voisivat saada heidät keskittymään johonkin muuhun. Lasten koko voi myös aiheuttaa ongelmia hahmon- tai liikkeentunnistukselle. Lasten valitseminen kohderyhmäksi kuitenkin innoitti järjestelmän rakentajia käyttämään mielikuvitustaan ja projektia oli hauska toteuttaa.

13.7. Huomioita ja virheitä

Työryhmä huomasi joitakin puutteita ja virheitä, joita he eivät olleet osanneet ottaa huomioon KidsRoomia suunniteltaessa, mutta jotka ovat huomion arvoisia suunniteltaessa samantyyllisiä ratkaisuja ja etenkin suunniteltaessa niitä lapsille.

Yksilön vs. ryhmän toiminta

KidsRoomissa vuorovaikutus vaihteli suuresti sen mukaan montako osallistujaa huoneessa oli. Eri tapahtumien nopeus vaihteli osallistujamäärän mukaan niin, että huoneen reagointi oli nopeampaa silloin kun osallistujia oli enemmän. Tämä siksi, että ryhmässä jonkun lapsista keksittyä syy-yhteyden hän toimii sen mukaan ja muut seuraavat häntä mutta yhden lapsen ollessa kyseessä hän tarvitsee pidemmän harkinta- ja tutkimisajan sekä vihjeitä eikä huone saa hoputtaa lasta etenemään tarinan mukaisesti liian hätäisesti. Kehitettäessä tällaisia lapsiryhmälle tarkoitettuja aktiviteetteja on tärkeää, että lapset kykenevät ajattelemaan syitä ja yhteyksiä. Jos huoneessa tapahtuu liikaa ja lapsen mielessä ei ole syy-yhteyttä ryhmän tai jonkun lapsen toiminnan ja huoneen palautteen välillä niin lapsi ei ymmärrä saaneensa huoneen reagoimaan.

Tutkittavat vs. käsikirjoitetut maailmat

Alkuperäisissä suunnitelmissa KidsRoomista piti tulla tutkimusmatka - vähän niin kuin epälineaarinen tietokonepeli *Myst* (1994). Sellaisesta luotiin prototyypin jossa lapset saivat tutkia huonetta ja huone reagoi heidän tutkimuksiinsa erilaisilla äänillä. Osoittautui kuitenkin, että usean lapsen ryhmässä syyt ja seuraukset menivät sekaisin kun kaikki lapset saivat aikaan jotain huoneen reaktioita eivätkä lapset ymmärtäneet mikä johtui mistäkin. Hämmentymistä tapahtui myös silloin kun joku lapsi tutki huonetta yksin. Suurin ongelma tutkimusmatkassa oli kuitenkin, että se ei rohkaissut käyttäjiä haluttuihin toimiin eikä käyttäjistä muodostunut toimivaa ryhmää koska siltä puuttui yhteinen päämäärä. Lineaarisen tarinan käyttäminen teki KidsRoomista teatterinomaisen elämyksen johon käyttäjät pystyivät vaikuttamaan.

Lasten käyttäytymisen ennakointi

Lasten käyttäytymisen muuttaminen tarinan käänneiden mukaiseksi ei ollut itsestään selvää. Esimerkiksi makuuhuonekohtauksen lopussa jossa huonekalut toistivat taikasanaa, lapset usein juoksivat ympäri huonetta. Kun he päätyivät sängylle toistamaan taikasanaa ja tapahtui

siirtyminen metsämaailmaan, lapset usein jäivät istumaan sängylle vaikka oletettiin heidän heti lähtevän tutkimaan uutta maailmaa. He odottivat uusia ohjeita ja joskus ohjeet jouduttiin toistamaan ja niiden tuli olla selkeitä. Samantapainen ongelma oli lasten huomion kiinnittämisessä: kun lapsilla oli riehakas vaihe menossa heiltä lähes poikkeuksetta jäi kuulematta ensimmäiset lauseet joita huone heille sanoi. Tarinaa täytyikin muokata niin, että huone toisti tärkeät ohjeet. Ideaalisinta olisi kuitenkin ollut, että ennen jokaista tärkeää juonen käännettä tarinassa olisi ollut jokin huomion kiinnittävä osuus.

Lasten täytyy myös selkeästi ymmärtää kulloinenkin tehtävänanto. Mitä epäselvempi tehtävä on heille sitä vähemmän heidän käyttäytymisensä on ennustettavissa. Prototyypin tutkimusmatkassa lapset enemmänkin odottivat jotain tapahtuvaksi kuin aloittivat huoneen tutkimisen. He nauttivat huoneesta enemmän kun heillä oli selkeä tehtävä ja kun nuo tehtävät vaihtuivat nopeasti.

Toistamisen välttäminen ja vihjeitten anto

KidsRoomin tapaisessa ympäristössä, jossa halutaan rohkaista lapsia liikkumaan tilassa joudutaan tilanteeseen, jossa vihjeitä pitää toistaa mikä ei yleensä ole hyväksi. Esimerkiksi mörköjen tanssikohtauksessa järjestelmä tarkkaili koko ajan, ettei kukaan ollut poistunut matoltaan tai ettei samalla matolla ollut kahta lasta. Jos joku toistuvasti poistui matoltaan oli järjestelmän annettava kehoitus pysyä matolla mutta saman kehotuksen toistaminen olisi tehnyt elämyksestä konemaisen. Tässä kokeessa asia ratkaistiin niin, että tarinan pääkertojalla oli "isoisän" ääni mutta vihjeitä antoi kuiskaavanoloinen naisen ääni ja myös möröt antoivat vihjeitä. Matolta poistuttaessa edellä mainitussa kohtauksessa ensin asiaan puuttui mörkö ja jos sama toistui kehotti naisen ääni eri suunnasta pysymään matolla. Vihjeet olivat myös lyhyitä ja niitä sisällytettiin järjestelmään useita erilaisia vaihtoehtoja millä voitiin estää samojen vihjeitten toistuminen.

Havainnoinnin rajoitukset

Elämyksiä tuottavan järjestelmän asettamat vaatimukset käytettävälle tilalle saivat aikaan monenlaisia ongelmia. Konenäköalgoritmit vaativat yleensä kirkasta valaistusta ja seinille heijastettavat video-animaatiot tuntuivat laimeilta kirkkaassa tilassa, lisäksi valkokankailla pyörivät videot pakottivat pitämään osallistujat kauempana niistä koska konenäköalgoritmit vaativat staattisen taustan. Myös koko tilan suunnittelussa piti huomioida kuvankäsittelyn helpottaminen ja staattisen taustan säilyttäminen. Esimerkiksi mattojen piti olla lyhytnukkaisia ettei alusta olisi liikaa muuttunut lasten kävellessä niillä.

KidsRoomin neljä kaiutinta antoivat hyvän tunnun eri suunnista mutta vain silloin kun kuuntelija oli huoneen keskustassa. Seinän vierellä dominoivana oli sen seinän kaiutin ja avaruuden tunne heikkeni. Rajoituksena havainnoinnille oli myös se, että KidsRoomissa ei ollut puheentunnistusta vaan ainoastaan äänen voimakkuuden tunnistus.

Hahmontunnistusjärjestelmä osaa seurata hyvin tilassa liikkuvia hahmoja mutta se ei osaa erottaa keitä hahmot ovat eli se toisinaan vaihtaa hahmoja keskenään. Siitä syystä KidsRoom rakennettiin niin, ettei järjestelmän tarvitse tunnistaa lapsia. Tästä johtuen ei voitu käyttää

sellaisia kannusteita kuten: "Hyvin tehty, poika!" vaan jouduttiin tyytymään persoonattomampaan muotoon: "Hyvin toimittu, sinä siellä sinisellä matolla!". Henkilöiden identifiointi olisi kyllä mahdollista rakentaa esimerkiksi niin, että järjestelmän tullessa epävarmaksi jonkun identiteetistä se voisi soittaa huoneeseen ja pyytää puhelimeen kyseistä henkilöä ja jatkaa henkilön seuraamista uudelleen puhelimen luota.

Mörkömaailman liikkeentunnistus rajoitti myöskin toimintaa aika paljon. Ensimmäinen liikkeentunnistusta ei saanut häiritä muut huoneessa olijat. Toiseksi varjojen poistaminen kokonaan huoneesta oli mahdotonta joten ne oli otettava huomioon talletettaessa liikkeitä tietokantaan. Tästä johtuen valaistusolosuhteet täytyi saada samanlaisiksi niin liikkeitten tallennusvaiheessa kuin huonetta käytettäessäkin. Kolmanneksi järjestelmä täytyi rakentaa sillä ehdolla, että liikkeentunnistus pystyi seuraamaan vain yhtä henkilöä joten esimerkiksi kahden ihmisen kättelemistä ei voitu sisällyttää liikkeentunnistamiseen (ryhmän seuraamiseen käytettiin aina hahmontunnistusjärjestelmää eikä liikkeentunnistusta).

KidsRoomia suunniteltaessa havaittiin vaikeaksi saada järjestelmä sietämään ennalta arvaamatonta toimintaa. Esimerkiksi ryhmässä pysymisen tarkkailujärjestelmä ei pystynyt hyväksymään sitä jos joku lapsista ei halunnut kiinnittyä ryhmään tai jäi peloissaan sängylle muiden lähtiessä tutkimaan metsää. KidsRoomin puitteissa ei pystytty rakentamaan järjestelmää joka mukautuisi tällaiseen käytökseen vaan jouduttiin tyytymään siihen, että tarina ei ainakaan katkennut vaikka jotakin ennalta arvaamatonta tapahtuisikin.

Ajastuksen ongelmat

Usean käyttäjän järjestelmä moninkertaistaa mahdolliset tilanteet ja niihin reagoimisen tavat josta johtuen tarinan ajoitus oli hankalaa. Ainoa tapa testata ajoitusta oli kokeilla ajoitukseen mahdollisesti vaikuttavia käyttäytymistapoja koehenkilöiden avulla ja kaikkien mahdollisten variaatioiden läpikäyminen oli mahdotonta. Ajastukseen vaikuttavien muutosten testaaminen olisi myös ollut hyvin työlästä, koska huoneessa olisi pitänyt olla samanaikaisesti useita henkilöitä kokemassa muutosten vaikutuksia ja 10 - 12 minuuttia kestävä tarina olisi pitänyt kuljettaa toistuvasti läpi ajastuksen testaamiseksi. Nämä ongelmat ratkaistiin KidsRoomissa jakamalla tarina moduuleihin, eri maailmoihin niin etteivät ajastuksen ongelmat jossakin moduulissa ainakaan vaikuttaneet seuraavaan moduuliin.

Kommunikointi käyttäjien kanssa

KidsRoomissa jäi puutteelliseksi luonnollinen kommunikointi ja ohjeiden anto käyttäjille erilaisissa tilanteissa. Esimerkiksi jokimaailmassa jonkun pudotessa veneestä siihen pitäisi reagoida välittömästi, mutta samaan aikaan kuitenkin saattoi olla tarina käynnissä veneessä oleville lapsille. Pitäisikö silloin tarina keskeyttää vaikka kesken lauseen ja keskittää huomio vedessä olevaan lapseen. Tämän voisi kyllä toteuttaa suuremmin töksähtämättä jollakin huudahduksella (Oho! Apua!) mutta ongelma kertautuisi koska lapsen kipuaminen takaisin veneeseen voi kestää jonkin aikaa ja järjestelmän pitäisi sen jälkeen pystyä jotenkin luonnollisesti palaamaan kesken olleeseen tarinaan.

Käyttämättä jäävä informaatio

Joskus järjestelmä saa tietoa käyttäjien reaktioista muttei pysty hyödyntämään sitä ja antamaan palautetta. KidsRoomissa tämä tuli esille esimerkiksi makuuhuonekohtauksen lopussa jossa lapsia pyydettiin huutamaan taikasana kovaan ääneen ja vielä toistamaan huuto. Entäpä jos lapset eivät huutaneetkaan mitään? Järjestelmä kyllä havaitsi, että huutoa ei kuulunut muttei pystynyt reagoimaan siihen muuten kuin jatkamalla tarinan kerrontaa. Tämä saa käyttäjissä aikaan tunteen, ettei järjestelmä reagoikaan aivan kaikkeen. KidsRoomia kehiteltäessä tällaisia tilanteita pyrittiin ottamaan huomioon ja jos esimerkiksi kertojan pyytäessä lapsia huutamaan möröille: "Olkaa hiljaa!" lapset eivät huutaneetkaan niin järjestelmä reagoi siihen sanomalla: "No ei tuo nyt kovin kovalta huudolta vaikuttanut, mutta ehkä möröt ymmärsivät!".

Käyttäjän toiminnan havainnoimisen hankaluudet

Koska suunnittelussa on otettava huomioon tekniikan asettamat rajoitukset on käyttöympäristö yritettävä muokata sellaiseksi, että se tuottaa haluttua palautetta. Tästä johtuen olisi vältettävä ympäristöä, joka houkuttelee testaamaan järjestelmän rajoituksia. Siksi esimerkiksi puheentunnistuksen lisääminen KidsRoomiin olisi ollut hankalaa, koska jos järjestelmä tunnistaisi joitakin sanoja tai lauseita, käyttäjät olettaisivat sen tunnistavan kaikenlaiset lauseet ja pettyisivät. KidsRoomissa pyrittiin eliminoimaan tämäntyyppiset ongelmat tekemällä järjestelmästä joustava (esimerkiksi soutuohjauksessa mikä tahansa reilu liike tulkittiin soutamiseksi) ja toisaalta kertomalla järjestelmän rajoituksista (esimerkiksi mörköjen tanssitunnilla möröt viestivät, minkälaiset liikkeet ne osaavat toistaa).

13.8. Päätelmät ja pohdinta

KidsRoomia arvioitaessa tulee ottaa huomioon, että tutkimuksen ensisijaisena päämääränä oli hahmon- ja liikkeentunnistukseen perustuvan järjestelmän rakentaminen eikä pelkästään lapsille suunnatun käyttöliittymän tekeminen. Tästä syystä siinä ei hyödynnetty kaikkea teknologiaa joka olisi voinut tehdä siitä vielä nautittavamman ja monipuolisemman kokemuksen. Siitä huolimatta projektissa päästiin aika pitkälle sellaisen järjestelmän luomisessa, jossa tietokoneen käyttäjän ei tarvitse tietää tietokoneen läsnäolosta eikä myöskään osata käyttää tietokonetta päästäkseen tavoitteeseensa.

KidsRoomin ansiot ja innovatiivisuus ovat ensinnäkin siinä, että järjestelmä oli täysin automaattinen eikä huoneen ulkopuolella tarvittu teknistä henkilökuntaa ylläpitämään sitä. Toiseksi käyttäjillä oli vapaus toimia eikä heiltä vaadittu mitään varusteita tai tietämystä käyttääkseen järjestelmää. Suurin innovatiivisuus kuitenkin liittyy siihen, että KidsRoom oli ensimmäinen usean käyttäjän järjestelmä. Aikaisemmat kokeiluthan olivat olleet maksimissaan kahdelle käyttäjälle tarkoitettuja.

Yksi KidsRoomin kehittämisen elementeistä olisi varmaankin äänimaailman kehittäminen. Tässä kokeessahan ei puheentunnistusta käytetty lainkaan vaan tarkkailtiin ainoastaan äänenvoimakkuutta. Täytyy ottaa huomioon, että kokeen toteuttamisvuonna puheentunnistus ei ollut vielä niin kehittynyttä kuin nykyään ja nykytekniikka avaisikin uusia mahdollisuuksia

huoneen kehittämiseen. Vaikka puheentunnistusta ei voikaan rakentaa niin, että se reagoisi kaikenlaisiin lauseisiin voisi ehkä käyttäjille antaa avainlauseita tai –sanoja, joilla he saisivat huoneen reagoimaan. Myös palautetta olisi silloin voinut antaa lasten omilla nimillä vaikei järjestelmä pystyisikään erottelmaan käyttäjiä toisistaan. Lisäksi melutason tarkempi huomioiminen voisi auttaa esimerkiksi silloin kun lapset ovat riehakkaalla päällä eivätkä kuule huoneen antamia vihjeitä ja tarvitaan jokin huomion kiinnittävä osuus.

Tekijät huomioivat sen, että joskus järjestelmä saa sellaista tietoa käyttäjiltä, mitä se ei pysty hyödyntämään. Ehkä kuitenkin huolellisemmalla suunnittelulla ja etukäteistestauksella olisi voitu käyttää sitäkin informaatiota. Ja vaikei kaikkia mahdollisia tilanteita pystykään etukäteen mallintamaan voisi kiinnittää huomiota siihen, miten esimerkiksi tarina voisi muuttua niissä kohdissa kun järjestelmä havaitsee informaatiota, jota se ei ymmärrä.

Tekijät korostivat myös, miten hyväksi oli havaittu tietokonejärjestelmän sitominen tarinaan ja lasten nauttivan siitä, että pääsevät osaksi tarinaa ja heillä on yhteinen päämäärä. Tarinan olisi ehkä voinutkin tehdä vielä enemmän sellaiseksi jossa lapsilla olisi ollut enemmän haasteellisia tehtäviä ratkaistavaksi. Nythän esimerkiksi metsämaailman osuus ei sisältänyt mitään muuta tehtävää kuin pysyä ryhmänä ja seurata polkua.

Kaiken kaikkiaan KidsRoom tuntui valloittavalta kokeilulta ja siihen osallistuneet lapset varmasti nauttivat kokemuksestaan. KidsRoomista tehtiin myös kaupallinen ja lyhennetty KidsRoom2 vuonna 1999 osana Millenium Dome –projektia (Pinhanez *et al.* 2000). KidsRoom2:n toteuttajana oli Nearlife –niminen yritys (Nearlife 2001) ja esitys oli avoinna yleisölle vuoden 2000 ajan. KidsRoom2 palkittiin hopeisella palkinnolla I.D. Magazine interaktiivisen median suunnittelukilpailussa vuonna 2000 (I.D. Magazine 2001).

Lähdeluettelo

Barrie J. M. (1988). *Peter Pan*.

Bederson B.B., & Druin A.(1995). Computer augmented environments: New places to learn, work and play. *Advances in Human-Computer Interaction* 5(2).

Bobick A., Intille S., Davis J., Baird F., Pinhanez C., Campbell L., Ivanov Y., Schütte A., & Wilson A. (1999). The KidsRoom: A perceptually-based interactive and immersive story environment. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 8(4),367 - 391.

Bolt R.A. (1984). *The Human Interface*.

Broderbund Software (1994). *Myst*. An interactive CD-ROM.

Davenport G., & Friedlander G. (1995). Interactive transformational environments: Wheel of life. *Contextual media: multimedia and interpretation* 1, 1-25.

Druin A., & Perlin K. (1994). Immersive environments: a physical approach to the computer interface. . *Proc. of Human Factors in Computing Systems (CHI)*, 325-326.

I.D. Magazine (2001). ID Online Homepage. <<http://www.idonline.com/>>. Viitattu 24.12.2001.

Krueger M.W. (1993). Environmental technology: Making the real world virtual. *Communications of th ACM* 36, 36-37.

-
- Nearlife (2001). Nearlife Home Page. <<http://www.nearlife.com/>>. Viitattu 24.12.2001.
- Maes P., Pentland A., Blumberg B., Darrell T. Brown J., & Yoon J. (1994). ALIVE: Artificial life interactive video environment. *Intercommunication* 7, 48-49.
- Pinhanez C., Davis J., Intille S., Johnson M., Wilson A., Bobick A., Blumberg B. (2000). Physically interactive story environments. *IBM Systems Journal* 39(3&4, 2000). <<http://www.research.ibm.com/journal/sj/393/part1/pinhanez.html>>. Viitattu 24.12.2001.
- Sendak M. (1963). *Where the Wild Things Are*.
- The KidsRoom (1996). The MIT MediaLab KidsRoom: Action recognition in an interactive story environment, October 1996.
<<http://vismod.www.media.mit.edu/vismod/demos/kidsroom>>. Viitattu 24.12.2001.
- Torrance M. C. (1995). Advances in human-computer interaction: the intelligent room. *Working notes of the CHI 95 research symposium*.
- Walt Disney Productions (1971). *Bedknobs and broomsticks*. Movie.

14. Ohjelmointi on helppoa – lapsikin sen osaa

Päivi Majaranta

14.1. Johdanto

Yleensä ottaen voidaan sanoa, että ohjelmointi on vaikeaa – aikuisellekin. *Miten* lapsi siis voisi oppia ohjelmoimaan ja *miksi* lapsille edes kannattaisi opettaa ohjelmointia? Tässä luvussa esitellään kaksi lapsille tarkoitettua ohjelmoitavaa lelua, *curlybot* (Frei *et al.* 2000) ja Electronic Blocks (Wyeth & Wyeth 2001), jotka osaltaan yrittävät vastata edellä mainittuihin kysymyksiin.

Miksi ohjelmointi sitten on niin vaikeaa? Ohjelmointi on vaikeaa, koska sen osaaminen vaatii monenlaisia kykyjä. Pystyäkseen ratkaisemaan ohjelmointiongelman, ohjelmoijan täytyy ymmärtää (syvällisesti) mistä ongelmassa on kysymys: mitä ratkotaan ja mitä ongelman ratkaiseminen vaatii. Ohjelmointi vaatii, paitsi ongelmanratkaisukykyä, myös loogista päättelykykyä, kykyä ymmärtää, miten ohjelman eri osat vaikuttavat toisiinsa. Ohjelma rakennetaan ohjelmointikielen avulla. Ohjelmointikieli muistuttaa tyypillisesti matematiikkaa enemmän kuin luonnollista kieltä: ohjelma (ongelma) kuvataan ohjelmointikielellä täsmällisesti. Ohjelmointikieleen liittyy syntaksi, joka sisältää erilaisia toiminnallisia ja loogisia osia. Syntaksin ymmärtäminen on ehdoton menestyksekkään ohjelmoinnin edellytys. Ohjelmoinnissa ehkä vaikeinta on (suurien) kokonaisuuksien hallinta. Ohjelmaa ei pysty rakentamaan ja hallitsemaan, jollei osaa pilkkoa ongelmaa useisiin pienempiin osaongelmiin. Eräs ohjelmoinnin tärkeimpiä periaatteita onkin yksinkertaistaminen (vrt. ohjelmoijien suosima ns. KIS-periaate: *Keep It Simple*; BABEL 2001). Koska ohjelma rakentuu useista pienemmistä osaohjelmista, ohjelmointiin liittyy myös olennaisesti kyky käyttää jo ohjelmoituja palasia uudelleen. Yksinkertaisetkaan ohjelmat eivät välttämättä toimi ensimmäisellä kerralla. Ohjelmoijan pitää kyetä testaamaan ohjelma järjestelmällisesti ja analysoimaan mistä virheellinen toiminta johtuu ("debuggaus").

Toisaalta voidaan sanoa, että ohjelmointi kehittää kognitiivisia kykyjä. Oppiessaan ohjelmoimaan ohjelmoija oppii ajattelemaan (loogisesti, täsmällisesti ja rakenteellisesti). Ohjelmoija oppii analysoimaan ja kehittämään omaa ajatteluaan (vrt. *reflektiivinen ajattelu*; Hollister 1998).

Ohjelmoija kehittää jatkuvasti ajatteluaan: ajattelee sitä miten ajattelee. Ohjelmointi kehittää myös matemaattisia kykyjä ja käsitteitä. Kyky ajatella on ohjelmoijan ominaisuuksista tärkein.

Kuten tässä luvussa tullaan näkemään, lapsikin voi oppia ohjelmoimaan. Lapsi, varsinkin alle kouluikäinen, tutkii maailmaa aistien välityksellä. Ohjelmointiin vaadittavat abstraktit käsitteet kehittyvät vasta iän myötä. Lapsen ajattelun kehitystä voidaan tukea tarjoamalla stimuloivia leluja. Eräs kuuluisa esimerkki tästä on Froebel'n palikat (Froebel's Gifts 2001). Froebel kehitti leluja, jotka tukivat lapsen ajattelun ja käsitteiden kehitystä leikin ohessa. Myös ohjelmointiin liittyviä konsepteja voidaan opettaa lapselle, jos ohjelmointityökalut (tässä lelut) ovat lapsen ajattelumaailmaan ja kehitysvaiheeseen sopivia. Lapsi pystyy rakentamaan yksinkertaisia ohjelmia leikin ohessa, jos lapsi saa käyttöönsä lapselle sopivia ohjelmoitavia leluja. Kuten *curlybot*in kehittäjät toteavat, ohjelmoitava lelu voi toimia konkreettisenä ajattelun apuvälineenä, jonka avulla lapsi voi testata ideoitaan fyysisesti. Ohjelmoimisen opettaminen lapselle koetaan mielekkääksi mm. siksi, että ohjelmoitavien lelujen oletetaan opettavan, paitsi ohjelmoinnin peruseräitä, ja myös kehittävän lapsen yleistä ongelmanratkaisukykyä ja matemaattista ja loogista ajattelua.

Aluksi esitellään molemmista leluista (*curlybot* ja Electronic Blocks) lyhyesti niiden toimintaperiaatteet, tavoitteet ja käyttökokeiluissa tehdyt havainnot. Lopuksi pohditaan muutamia ajatuksia ja kysymyksiä, joita ohjelmoitavat lelut herättivät.

14.2. curlybot

curlybot (Frei *et al.* 2000) (kuva 1) on kahdella pyörällä kulkeva lelu, joka kykenee nauhoittamaan miten sitä on liikuteltu ja pyydettäessä toistamaan liikkeen täsmällisesti ja toistuvasti. *curlybot*in päällä on pieni painike, josta nauhoitus ja toisto (playback) voidaan kytkeä päälle ja pois. Pieni LED (Light Emitting Diode eli valodiode) painikkeen alapuolella kertoo missä tilassa *curlybot* on. Punainen valo ilmaisee nauhoitustilaa, vihreä toistoa.



Kuva 1. *curlybot* (Frei *et al.* 2000).

Toiminnallisuus ja toteutus

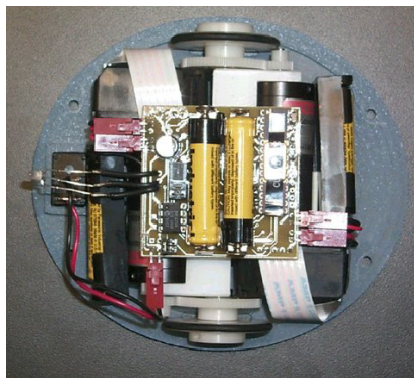
Liike nauhoitetaan siten, että lapsi painaa *curlybot*in päällä olevaa painiketta kerran. LEDin valo muuttuu punaiseksi. Lapsi liikuttaa *curlybot*ia tasaisella pinnalla. Kaikki liike, myös pysähdykset, ravistelut, peruutukset ja liikkeen nopeus tallentuvat *curlybot*in muistiin. Kun painiketta painetaan toisen kerran, LEDin valo muuttuu vihreäksi ja *curlybot* alkaa toistaa nauhoitettua liikettä. Kolmas painikkeen painallus sammuttaa LEDin valon ja *curlybot* siirtyy lepotilaan. Lepotilassa sitä voidaan liikutella vapaasti ilman että mitään nauhoitetaan.

curlybot voidaan asettaa bumerangi-moodiin painamalla painiketta samaan aikaan kun *curlybot* laitetaan päälle. Bumerangi-moodissa *curlybot* toistaa liikettä edestakaisin, suorittaen ensin nauhoitetun liikesarjan nauhoitetussa järjestyksessä (alusta loppuun) ja toistaen heti perään samat liikkeet lopusta alkuun, jatkaen niin kauan kunnes käyttäjä antaa lopetuskäskyn.

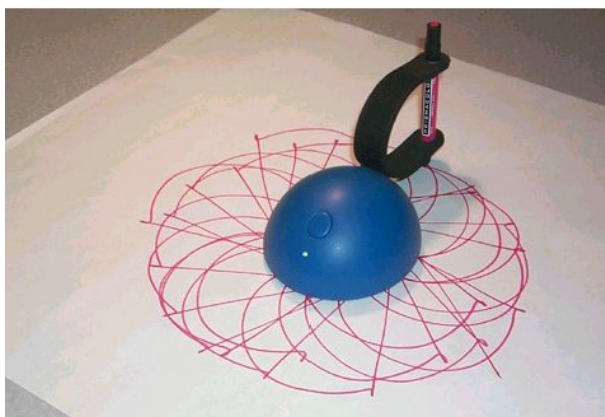
curlybot on suunniteltu käteen sopivaksi (minimalistinen koko ja muoto). Kuvassa 2 on näkymä *curlybotin* sisältä. Elektroniikka on pyritty sijoittamaan siten, että se vie mahdollisimman vähän tilaa.

curlybotin molempia pyöriä ohjataan erikseen ja niissä molemmissa on liikkeen tunnistus. Pyörät on sijoitettu siten, että kääntyminen on mahdollista ja *curlybot* pystyy myös pyörimään keskipisteensä ympäri. Virrasta huolehtii kaksi 10 watin moottoria ja kuusi AAA patteria. Virta riittää muutamaksi tunniksi. 20MHz mikroprosessori toimii *curlybotin* aivoina. Pyörien liiketieto talletetaan (100HZ taajuudella) erilliseen 32 kilotavun (KB) muistipiirille. Talletettu liikesarja voi kestää maksimissaan 10 min.

Jos *curlybotiin* kiinnitetään kynä, sen avulla voidaan luoda jännittäviä geometrisia piirustuksia (kuva 3).



Kuva 2. *curlybot* sisältä (Frei et al. 2000).



Kuva 3. *curlybot* piirtää (Frei et al. 2000).

Motivaatio ja tavoitteet

Ohjelmointiympäristöt, myös lapsille suunnatut, on yleensä toteutettu tietokoneelle. *curlybotin* edeltäjiä ja innoittajia ovat olleet mm. graafinen Floor Turtle ja ohjelmoitavat kriketit (*crickets*, kts. Kinnunen, tässä raportissa) ja LEGO-palikat. Floor Turtle on kilpikonna-robotti, johon on kiinnitetty kynä. Kilpikonnan voi ohjelmoida piirtämään haluttuja kuvioita. Näissä kuitenkin tarvitaan tietokonetta käskyjen syöttämiseen (*input*), vaikka osassa tuloste olisi fyysinen. Yksi *curlybotin* tärkeimmistä tavoitteista on luoda lelu, jonka ohjelmoimiseen ei tarvita tietokonetta.

Tällöin myös erittäin nuoret (jopa 4v.) lapset pystyvät ohjelmoimaan; komentojen antamiseen kun ei tarvita vaikeita abstrakteja käsitteitä. Ohjelmointi tapahtuu suoraan kohdetta manipuloimalla. Kuvassa 4 ryhmitellään lapsille tarkoitettuja ohjelmointiympäristöjä sen mukaan, millaista syöte ja tuloste ovat. *curlybot*issa sekä syöte että tuloste ovat fyysisiä. *curlybotin* käyttämä esimerkkiperustainen ohjelmointi (*programming by example*) on luonteva ja lapsen käsitettävissä oleva tapa ohjelmoida manipuloimalla fyysisiä kohteita.

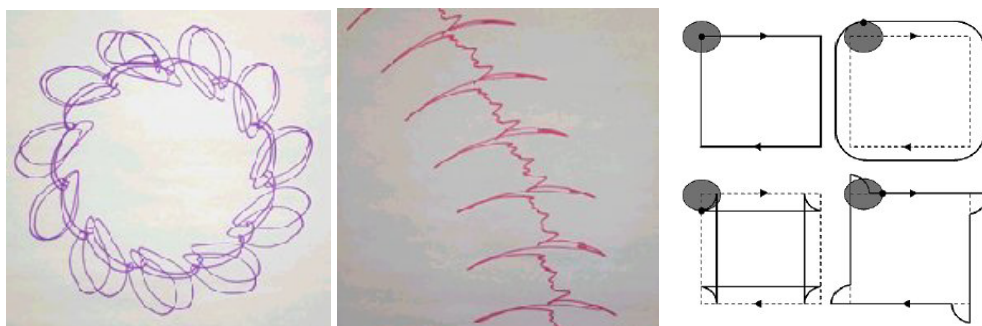
		Ohjelmointi/Syöte	
		Digitaalinen	Fyysinen
Toteutus/Tuloste	Digitaalinen	Turtle Graphics	Motion Phone Curly
	Fyysinen	Floor Turtle LEGO/Logo Programmable Bricks Crickets LEGO Mindstorms BigTrakTurtle Graphics	curlybot

Kuva 4. *curlybotin* suhde muihin lapsille suunnattuihin ohjelmointivälineisiin (Frei *et al.* 2000).

curlybotin kehittäjät uskovat, että *curlybot* voi toimia merkittävänä opetuksen välineenä. Sen uskotaan kehittävän mm. matemaattista ajattelua ja antavan valmiuksia ohjelmoinnin peruskäsitteiden ymmärtämiseen.

Toistaminen on yksi *curlybotin* peruskäsitteistä. Lapsi voi esim. luoda monimutkaisia muotoja (kuvioita/piirustuksia) yhdistämällä yksinkertaisia peruselementtejä (kuva 5). Sen avulla lapsi voi oppia matematiikassa ja ohjelmoinnissa tärkeitä ideoita kuten silmukat (*loop*) ja vektorit, vektorin lähtöpiste, suunta ja suuruusluokka (*magnitude*).

Kynän sijoittelu opettaa matematiikassa tarvittavia käsitteitä kuten suhteellinen positio ja liike. Vaikka lapsi ei käsitteitä ymmärtäisi, pystyy hän intuitiivisesti hyödyntämään tekemiään havaintoja suunnitellessaan ja kokeillessaan erilaisia kuvioita.



Kuva 5. Yksinkertaisia elementtejä yhdistämällä voidaan luoda monimutkaisia muotoja. Kynän sijoittelu vaikuttaa muotoon olennaisesti (Frei *et al.* 2000).

Opetuksellinen merkitys perustuu siihen, että *curlybot* voi

1. toimia ajattelun apuvälineenä (*object-to-think-with*)

Lapsi voi testata ajatuksiaan fyysisesti. Ohjelmoinnin tulos on heti lapsen nähtävissä.

Lapsi voi testata, miten oma konstruktio toimii ajan suhteen. Lapsi voi ajaa omaa suunnitelmaansa ja ”debugata” sitä tarpeen mukaan.

2. esitellä uusia tietämyksen alueita lapselle lapsen ymmärtämällä tavalla

Esim. Geometrinen muotojen luominen yksinkertaisista elementeistä.

3. tukea erilaisia oppimistyyliä

Lapsi voi toimia suunnittelijana (*planner / patterner*). Toisaalta lapsi voi *curlybotin* avulla esittää tarinoita (*dramatist*). *curlybotin* avulla voi luoda taidetta tai ratkoa ongelmia.

Esimerkiksi *curlybotin* luovasta käytöstä tarinankerrontaan seuraava käyttökokemus: eräs *curlybotin* käyttäjästä tallensi *curlybotille* liikesarjan, jossa *curlybot* oli ensin hetken paikoillaan, ja liikkui sitten nopeasti eteen ja taakse. Tämän jälkeen *curlybot* oli taas hetken paikoillaan ja liikkui sitten nopeasti sivuttain edestakaisin. Liikesarjan toiston yhteydessä käyttäjä kysyi, pitikö *curlybot* hänestä. *curlybot* vastasi liikkumalla eteen ja taakse. Entä pidätkö ystävästäni? *curlybot* vastasi liikkumalla sivuttain edestakaisin.

Käyttökokeilut ja havainnot

Ensimmäiset käyttökokeilut tehtiin Bostonin tiedemuseossa. Testiin osallistui 81 lasta. Tiedemuseota pidettiin hyvänä tutkimuspaikkana, koska siellä lapsia kannustetaan kokeilemaan asioita, eivätkä he siellä yleensä havaitse, jos joku tarkkailee heitä.

Museon lattialle asetettiin (3”x4”) plexi-lasi (kuva 6), joka tarjosi mattoa paremman alustan *curlybotille*, koska siinä *curlybot* liikkui helposti. Rajattu alue myös kannusti lapsia kokeilemaan eleitä, joilla he saivat *curlybotin* pysymään alustalla. Lapsille annettiin ohjeita vain sen verran, että he pystyivät tehokkaasti ohjaamaan *curlybotia*. Tutkijat halusivat tarkkailla, miten lapset toimivat *curlybotin* kanssa ja mitä he sillä tekivät.



Kuva 6. Lapsi leikkii *curlybotilla* plexi-lasin päällä (Frei et al. 2000).

Useimmat lapset tiesivät mitä tehdä *curlybotin* kanssa tarkkailtuaan miten toiset sitä käyttivät. Lapset myös neuvoivat toisiaan, esim. kertomalla miten *curlybotin* saa pysymään lasin päällä.

21 lasta 81:stä loi eksplisiittisesti geometrisiä muotoja. Muutama loi muotoja käyttämällä eleitä, jotka sisälsivät myös kiihdytyksiä ja taukoja. Lapset pyrkivät matkimaan ja edelleen kehittämään toisilta oppimiaan muotoja.

Alle neljävuotiaat eivät testin perusteella pysty käyttämään *curlybotia*. Muuten ikä ei näyttänyt vaikuttavan kovin paljoa; vanhemmat lapset käyttivät yhtä paljon aikaa kuin nuoremmat sen miettimiseen, miten saavat *curlybotin* pysymään alustalla.

Lasten taipumus tehdä isoja ja nopeita liikkeitä aiheutti jonkin verran ongelmia. Isot liikkeet, jotka eivät päättyneet sinne mistä alkoivat, aiheuttivat *curlybotin* putoamisen alustalta. *curlybotia* ei myöskään oltu suunniteltu toistamaan nopeita liikkeitä yhtä tarkasti kuin hitaita, joten *curlybot* ei toistanut geometrisiä muotoja kovin tarkasti.

Eräs tyttö tarvitsi apua geometristen kuvioden luomisessa. Myöhemmin hän palasi ja pyysi saada kokeilla uusia kuvioita, joita hän oli mielessään suunnitellut. Tämä ilahdutti ja kannusti tutkijoita, koska se osoitti, että lapsi työsti oppimiaan asioita vielä jälkepäinkin.

Lapset kokivat *curlybotin* hauskaksi ja leikkivät mielellään sen kanssa. Tässä kuvatut ensimmäiset käyttökokeilut *curlybotin* kanssa olivat pääosin myönteisiä ja *curlybotin* kehitys jatkuu edelleen.

curlybot on myös inspiroinut muita lelujen kehittäjiä; CurlyCart (Wesley *et al.* 2001) on ajopeli, johon voi istua lapsi tai aikuinen ja ajella ympäriinsä. CurlyCart pyörii 360 astetta ympäriinsä paikallaan, ja sen saa myös nauhoittamaan ja toistamaan (ajo)liikesarjan innoittajansa *curlybotin* tapaan.

14.3. Electronic Blocks

Electronic Blocks (Wyeth & Wyeth 2001), eli elektroniset palikat, ovat kouriintuntuvia ohjelmointielementtejä, joita voi fyysisesti pinota toistensa päälle ja luoda ohjelmia, jotka ovat vuorovaikutuksessa fyysisen maailman kanssa.

Toiminnallisuus ja toteutus

Elektroniset palikat on suunniteltu niin, että lapset voivat yhdistellä niitä aivan kuten mitä tahansa muita palikoita. Itse asiassa palikat on tehty Lego Dublo PrimoTM palikoista, joiden sisään on laitettu elektroniikkaa. Palikoissa on syöte ja tuloste; kun palikat yhdistää, yhden tuloste ohjaa toisen syötettä.



Kuva 7. Elektronisia palikoita (Wyeth & Wyeth 2001).

- Elektronisia palikoita on kolmenlaisia: sensorisia, loogisia ja toimintopalikoita.

1. *Sensoriset palikat.*

Kuvassa 7 sensoriset palikat ovat vasemmalla (keltaiset palikat), etummaisena näkö, sitten kosketus ja takana kuulo. Palikat erottaa toisistaan niitä kuvaavista ikoneista: silmä, käsi ja korva. Palikat pystyvät havaitsemaan valoa, kosketusta ja ääntä. Ne saavat syötteen joko ulkopuolisesta sensorisesta lähteestä (esim. käden kosketus) tai yläpuolellaan olevasta palikasta ja antavat tulosteen alapuolellaan olevalle palikalle. Jos sensorisia palikoita on kytketty päällekkäin useita, mikä tahansa niiden hyväksymistä syötteistä (näkö tai kosketus tai kuulo) laukaisee niiden alla olevan toimintapalikan toiminnallisuuden.



Kuva 8. Kosketus- ja valopalikka (Wyeth & Wyeth 2001).

• 2. *Toimintopalikat*

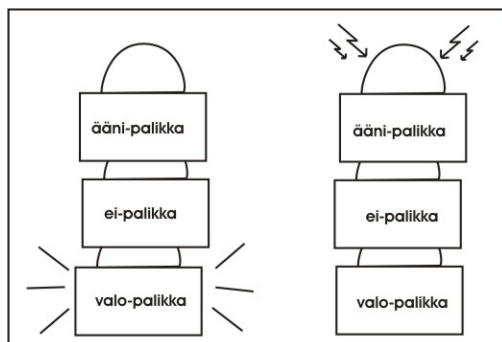
Toimintopalikat toteuttavat jonkinlaiset fyysisen syötteen. Valo-palikkaan syttyy valo (kuva 8), ääni-palikka soittaa lasten melodian, liike-palikka on neljä pyörää, joiden avulla se liikkuu eteenpäin.

• 3. *Loogiset palikat*

Loogiset palikat ovat välittäjän roolissa. Kun loogisen palikan sijoittaa sensori-palikan ja toiminto-palikan väliin, ne voivat muuttaa palikoiden toimintaa:

- *ei (not)* tuottaa toiminnon, jos tiettyä virikettä (stimulus) ei ole (kuva 9).
- *kytkin (toggle)* aiheuttaa sen, että ensimmäinen virike käynnistää toiminnon ja toinen keskeyttää sen (toiminto päälle/pois).
- *viive (delay)* aiheuttaa sen, että toiminto jatkuu pari sekuntia virikkeen loppumisen jälkeen.
- *ja (and)* aiheuttaa sen, että toiminto tapahtuu vain jos molemmat syötesignaalit saadaan yhtä aikaa molemmista *ja*-palikkaan kytketyistä sensoripalikoista.

Loogiset palikat on merkitty operaatiota kuvaavilla ikoneilla, esim. *ja*-operaatiota kuvaa merkki "&".



Kuva 9. Ei-palikka ääni- ja valo-palikan välissä muuttaa toimintoa (Wyeth & Wyeth 2001).

Motivaatio ja tavoitteet

Teknologisen opetuksen merkitys on kasvanut. On siis tärkeää, että lapset saavat myönteisiä kokemuksia tietokoneista ja teknologiasta tutkiessaan maailmaa ja yrittäessään ymmärtää sitä. Lasten fyysiset ja kognitiiviset kyvyt eivät kuitenkaan välttämättä riitä tietokoneen käyttämiseen. Tarvitaan muita tapoja opettaa ohjelmoinnissa ja muissa nykyajan teknologiassa tärkeitä asioita ja käsitteitä. Pienet lapset (3-8v.) oppivat parhaiten käsitellessään fyysisiä materiaaleja. Pienten lasten tulee saada olla aktiivisessa roolissa ja oppia leikkimällä. Elektronisissa palikoissa, aivan kuten *curlybot*issakin, sekä syöte että tuloste ovat fyysisiä. Täten ne sopivat erinomaisesti aistien perusteella ja kautta toimiville lapsille.

Elektronisten palikoiden suunnittelun takana on usko, että paras tapa saavuttaa syvälinen ymmärrys jostain asiasta on luoda se. Elektroniset palikat on suunniteltu rohkaisemaan lasta oppimaan tutkimalla, ilman tarkasti määriteltyjä rakenteita (*unstructured exploratory learning*).

Elektronisten palikoiden kehitystä on ohjannut kaksi yleistä suunnittelutavoitetta:

1. luoda lapsen (aikaiseen) kehitysvaiheeseen sopivia teknologisen opetuksen välineitä, ja
2. luoda välineitä, joilla on tietokoneen kaltaiset ohjelmoitavat ominaisuudet, mutta ei sen kompleksisuutta.

Käyttökokeilut ja havainnot

Jotta tiedettäisiin, saavutettiin suunnitteluvaiheen tavoitteet, esitettiin seuraavat kysymykset:

1. Ovatko elektroniset palikat lapsen (aikaiseen) kehitysvaiheeseen sopivia välineitä? Toisin sanoen, pystyivätkö lapset käyttämään palikoita helposti? Nauttivatko he niillä leikkimisestä? Ymmärsivätkö he mitä he tekivät palikoiden kanssa? Tutkimuksen kohteena oli siis: nautinnon, tarkkaavaisuuden ja kiinnostuksen taso, toiminnallisuuden ymmärtäminen ja turhautumisen taso.
2. Pystyivätkö lapset käyttämään palikoiden dynaamisia ohjelmoitavia ominaisuuksia? Voivatko lapset palikoiden avulla tutkia yksinkertaisia ohjelmointi-konsepteja, eli pystyivätkö lapset ohjelmoimaan elektronisia palikoita. Tutkimuksen kohteena oli: palikoiden syntaksin ymmärtäminen, ohjelma-pinojen luominen, koodin korjaaminen ("debuggaus") ja koodipalasten uudelleenkäyttö.

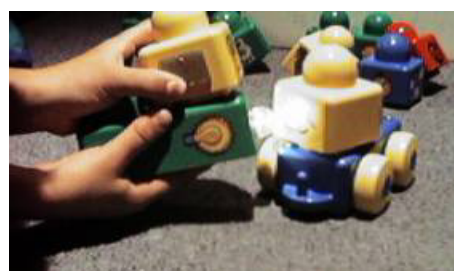
Evaluointi tapahtui yliopiston yhteydessä olevassa esikoulussa. Koetila ei siis ollut laboratorio, vaan normaali esikoululuokka, jossa oli lasten saatavilla myös muita leluja. Kokeiluun osallistui 28 4-6-vuotiasta lasta. Kahden viikon aikana järjestettiin kuusi sessiota, joista kukin kesti 60-90 minuuttia. Jotta lasten käyttäytymisestä saataisiin mahdollisimman realistinen kuva, evaluoinnissa käytettiin datan keräämiseen suoran tarkkailun metodeja (sisältäen luonnollisen tarkkailun). Jokaisessa sessiossa oli kolme täydellistä settiä elektronisia palikoita (yhteensä 30 palikkaa). Videokamera ja ääninauhuri tallettivat tilanteet. Kaikki huoneessa olevat lapset saivat osallistua testiin, mutta palikoiden lukumäärästä johtuen vain neljä lasta pystyi kerrallaan käyttämään niitä.

71% osallistujista käytti palikoita useammin kuin kerran. Keskimäärin lapset leikkivät palikoilla 15 minuuttia yhden session aikana (pisin aika oli 47min, lyhin 3min). Keskimäärin lapset leikkivät palikoilla koko evaluoinnin aikana 33 minuuttia (lyhin 5min, pisin 1h 39min). Lapset rakensivat uuden toimivan ohjelma-kokonaisuuden keskimäärin 2,5 minuutin välein. Kaksi lapsista ei rakentanut yhtään ohjelmaa, toiset kaksi rakensivat uuden ohjelman minuutin välein.

Osa lapsista halusi kokeilla uusia ohjelmia koko ajan, osa halusi leikkiä rakentamallaan ohjelmilla. Muutama lapsi myös piti rakentelusta sinänsä, välittämättä palikoiden toiminnallisuudesta.

Videomateriaali todistaa, että lapset ymmärsivät sensori- ja toimintopalikoiden toiminnallisuuden. Yleisimmät virhetulkinnat liittyivät siihen, että lapset yrittivät saada toimintopalikan toimimaan ilman sensoripalikkaa, tai että lapset yrittivät saada aikaan toiminnon vääränlaisella signaalilla (esim. aktivoida kuulo-palikka valolla). Loogiset palikat tuottivat enemmän ongelmia. *ei* ja *kytkin* olivat eniten käytettyjä loogisia palikoita.

Suunnittelun ensimmäinen tavoite saavutettiin. Lapset nauttivat elektronisilla palikoilla leikkimisestä. Lapsilla oli hauskaa, vaikka 40% heistä myönsikin, että palikat olivat haastavia (*"a bit tricky"*). Lapset pitivät varsinkin liikkuvista autoista sekä lampuista, joita he onnistuivat rakentamaan. Lapset viettivät melko paljon aikaa leikkien palikoilla. Eräskin poika leikki pitkän tovin rakentamallaan kauko-ohjattavalla autolla (jollaisesta esimerkki kuvassa 10, jossa kädessä olevalla kauko-ohjaimella ohjataan valoon reagoivaa autoa). Se osoittaa, että he olivat kiinnostuneita palikoista.



Kuva 10. Valolla kauko-ohjattu auto (Wyeth & Wyeth 2001).

Vain kolme lasta 28:sta ei kokenut palikoita kiehtoviksi, he eivät leikkineet palikoilla. Lapset myös osoittivat ymmärtävänsä elektronisten palikoiden toiminnallisuuden. Lapsista kolme tyytyi muiden rakentelun katselemiseen, he eivät ymmärtäneet sensoristen palikoiden syötettä ja tulostetta. Tästä voi tehdä tärkeän johtopäätöksen: ymmärtämisen kehittyminen vaatii sitoutumista (*engagement*). Lapsen täytyy itse tutkia palikoita ja rakentaa ohjelmia, jotta ymmärtäisi palikoiden syötteen ja tulosteet, puhumattakaan loogisten palikoiden vaikutuksesta

toimintaan. Turhautumista tapahtui lähinnä vain, jos tulos ei ollut sellainen kuin lapsi odotti. Näistä suurin osa johtui teknisistä vaikeuksista (patteri lopussa tms.). Vain muutamassa tapauksessa turhautuminen aiheutui siitä, että lapsi ei ymmärtänyt palikoiden toimintaa.

Suunnittelun toinenkin tavoite saavutettiin. Lapset ymmärsivät palikoiden syntaksin. Vaikka kaikki ohjelmat eivät toimineet halutulla tavalla, ne olivat syntaktisesti oikein. Lapset myös pystyivät rakentamaan yksinkertaisia toimivia ohjelma-kokonaisuuksia. Aluksi lapset saattoivat yrittää saada toimintopalikan toimimaan ilman sensorista palikkaa tai eivät ymmärtäneet sensorisen palikan toimintaa. Suurin osa rakennelmista kuitenkin saatiin toimiviksi, ja jokainen lapsi rakensi keskimäärin 10 toimivaa ohjelmaa. Lapset myös kykenivät korjaamaan virheellisiä ohjelmia, he pystyivät testaamaan ja analysoimaan mistä vika johtui ja myös korjaamaan sen. Lapset myös osasivat käyttää uudelleen olemassa olevia ohjelma-palikka-kokonaisuuksia. Lapset saattoivat esim. ottaa käyttöön ohjaajien rakentamia kokonaisuuksia ja laajentaa näitä tai käyttää niitä omien rakennelmien osana.

Tässä kuvattiin elektronisten palikoiden ensimmäisiä käyttökokemuksia. Palikoiden kehittäjät jatkavat yhä palikoiden kehittämistä ja testaamista. Alkuperäisen artikkelin (Wyeth & Wyeth 2001) kirjoittamisen aikaan he olivat juuri saaneet valmiiksi testit, joissa 7-9 -vuotiaat lapset testasivat elektronisia palikoita. Alustavat tulokset osoittivat vahvempaa palikoiden toiminnallisuuden ymmärrystä (kuin tässä kuvatussa, nuoremmilla lapsilla tehdyssä tutkimuksessa). Lapset osasivat myös käyttää loogisia palikoita ja rakensivat sangen monimutkaisia ohjelmia, kuten herätyskelloja, autoja, jotka osasivat laskea ja torneja, jotka ”puhuivat” toisilleen.

14.4. Pohdintaa

Johdannossa esitettiin kaksi kysymystä: *miten* lapsi voi oppia ohjelmointia, jos se on niin vaikeaa (aikuisellekin) ja *miksi* lapselle edes kannattaa opettaa ohjelmointia.

Miten lapsi voi oppia ohjelmointia? Elektroniset palikat ja *curlybot* osoittivat, että nuoretkin lapset kykenevät rakentamaan yksinkertaisia ohjelmia, jos ohjelman osat ovat lasten käsitettävissä. Lapsi voi siis oppia ohjelmoimaan, jos ohjelmointivälineet ovat lapselle sopivia (katso myös Pekkala, tässä raportissa ja Sola, myös tässä raportissa). Fyysiset palikat sopivat (pienien) lasten tapaan tutkia ja hahmottaa maailmaa. Lelujen avulla lapset voivat fyysisesti testata ideoitaan. Paljon oppimista tapahtui kokeilemalla, mikä sinänsä luonnollinen ja hyvä tapa oppia – lapsethan ovat luonnostaan uteliaita ja kokeilevat mielellään kaikkea. Ohjelmoijien kesken usein vitsaillaan siitä, miten monet (varsinkin noviisit) ohjelmoijat harrastavat ”yrittäjä-ohjelmointia”. Olisi mielenkiintoista tutkia, miten pitkälle lapset suunnittelivat toimintaa valmiiksi vs. miten paljon vain esim. kokeilemalla palikoita järjestelmällisesti. Tämän voisi tehdä esim. pyytämällä lasta selittämään, mitä minun pitää tehdä pystyäkseni rakentamaan ”sellaisen-ja-sellaisen” ohjelman. Aikuisten maailmassa ohjelmointi on useimmiten tavoitteellista ja ulkopuolelta määriteltyä toimintaa. Olisi mielenkiintoista tietää, pystyisivätkö esim. elektronisilla palikoilla leikkineet lapset toteuttamaan jonkun toisen kuvaaman ohjelman (esim. ”rakenna kauko-ohjattava auto, joka reagoi sekä valoon että

ääneen”). Olisi myös mielenkiintoista testata miten opitut taidot siirtyvät toiseen kontekstiin. Jos lapsi on oppinut jakamaan ongelman osa-ongelmiin, pystyykö hän tekemään sen myös toisenlaisilla ohjelmoitavilla leluilla.

Miksi lapselle kannattaa opettaa ohjelmointia? Olen taipuvainen uskomaan, että ohjelmoitavat lelut voisivat kehittää valmiuksia tuleville hyvälle ohjelmoijille. Uskoisin ”oikean” ohjelmoinnin olevan helppoa lapsille, jotka ovat oppineet siihen liittyviä periaatteita jo pienestä pitäen. Aivan toinen kysymys tietysti on, *haluaisivatko* lapset (varsinkin tytöt) valita ohjelmoijan uran. Silti näkisin ohjelmoitavien lelujen olevan tärkeitä valmiuksia kehittäviä leluja. Usein korostetaan esim. lapselle lukemisen tärkeyttä – mitä valmiuksia se antaa koko elämää varten. Nykyään myös ohjelmointi ja teknologian ymmärtäminen yleensä on tärkeää, jotta pärjää elämässä. Toisaalta kuitenkin kouluissa valitetaan sitä, miten matemaattisesti lahjakkaista ja matematiikasta innostuneista nuorista on pulaa. Miksipä emme siis panostaisi myös matemaattisten ja ohjelmointivalmiuksien parantamiseen. Olennaista ei mielestäni välttämättä olekaan ohjelmoinnin oppiminen sinänsä, vaan ohjelmoitavien lelujen tarjoama mahdollisuus oppia ratkaisemaan ongelmia sekä kehittää lapsen matemaattista ja loogista ajattelua.

Stereotyyppinen mielikuva ohjelmoijasta on sosiaalisesti kyvytön nörtti. Mielestäni on tärkeää, että lapset voivat leikkiä ohjelmoitavilla leluilla yhdessä. Oli myös hauskaa havaita, että yllä kuvatuissa testeissä myös tytöt innostuivat ohjelmoitavista leluista. Vaikuttaako ohjelmoitavilla leluilla leikkiminen lasten tulevaisuuteen ja kuinka paljon opitut kyvyt siirtyvät? Näihin kysymyksiin eivät tässä luvussa esitetyt tutkimukset pystyneet vastaamaan.

Lähdeluettelo

- BABEL (2001). BABEL: A Glossary of Computer Oriented Abbreviations and Acronyms, versio 01A, 2001. <http://www.geocities.com/ikind_babel/>. Viitattu 25.11.2001.
- Frei, P., Su, V., Mikhak, B., & Ishii, H. (2000). curlybot: Designing a new class of computational toys. *Proceedings of the CHI 2000 conference on Human factors in computing systems*, 129-136.
- Froebel's Gifts (2001). <<http://www.geocities.com/froebelweb/gifts/>>. Viitattu 25.11.2001.
- Hollister, B. C. (1998). Reflective Thinking, John Dewey and PBL. *The Problem Log*, PBLNet's newsletter, 3 (1), Spring 1998. <<http://www.imsa.edu/~bernie/dewey.html>>. Viitattu 25.11.2001.
- Pesonen M. E. (1996). Matemaattisen käsitteen oppiminen ohjelmoimalla - eräs lähestymistapa. <<http://www.joensuu.fi/sciences/mathematics/personnel/mpesonen/KKKJoensuu96/KKKMPesonen96.html>>. Viitattu 25.11.2001.
- Wesley, C., Lee, M., Smith, A., & Spiegel, D. (2001). CurlyCart. <<http://smg.media.mit.edu/projects/CurlyCart/>>. Viitattu 20.12.2001.
- Wyeth, P., & Wyeth, G. (2001). Electronic Blocks: Tangible Programming Elements for Preschoolers. *Proceedings of Human-Computer Interaction - INTERACT'01*, Michitake Hirose (Ed.), IOS Press, 496-503.

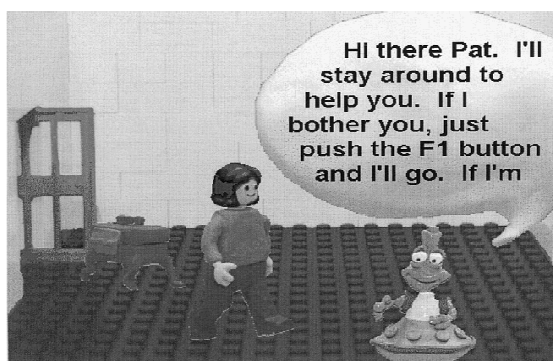
15. Animoitu ohjelmointiympäristö lapsille

Lauri Pekkala

15.1. Johdanto

Tässä luvussa kerrotaan lapsille suunnatusta visuaalisesta ohjelmointiympäristöstä ToonTalk. Luku pohjautuu suurelta osin Journal of Visual Languages & Computing lehdessä julkaistuun artikkeliin (Kahn 1996). ToonTalk on Animated Programs'n suunnittelema ohjelmointiympäristö, jonka tarkoituksena on tehdä ohjelmoinnista lasten leikkiä. Ohjelmoinnin opettelemisen lomassa lapsi ratkoo arvoituksia, ilmaisee luovuuttaan, oppii uusia tapoja ratkoa ongelmia ja lapsella pitäisi olla myös hauskaa.

Näin Animated Programs kuvaa tuotettaan kotisivuillaan (ToonTalk Web 2001). Kyseessä ei kuitenkaan ole mikään tavanomainen ohjelmointiympäristö, sillä ToonTalkin perusidea on animoitu lähdekoodi, josta kerrotaan myöhemmin tässä luvussa. ToonTalk on maailma, jossa ohjelmoijana toimii tietokonepeleissä tavallisesti käytetty hahmo, jota käyttäjä ohjaa (vertaa esimerkiksi tunnettuun Nintendon konsolipeliin Super Mario Bros®).



Kuva1. Ohjelmoija tapaa Marty the Martianin.

15.2. Taustaa

Lasten tietokoneen ja muiden tietoteknisten välineiden käyttö on mielenkiintoinen tutkimusaihe, jota pitää tarkastella monen eri tieteen näkökulmasta. Marko Illi pohdiskelee 20. luvussa

lapsia sosiaalisina vuorovaikuttajina robotin parissa. Siinä luvussa lasten ja tietokoneen vuorovaikutusta pohditaan enemmän sosiaalipsykologisesta näkökulmasta. Seuraavassa esitetään ehkä eniten tietojenkäsittelytieteilijää kiinnostavia lasten tietokoneen käyttöön liittyviä kysymyksiä, sekä niiden myötä johdatellaan myös tämän luvun aiheeseen – lapsiin ohjelmoijina. Moniin seuraavassa esitettäviin pohdinnan arvoisiin asioihin onkin jo etsitty vastausta monesakin tämän artikkelin luvussa. Esimerkiksi Sommers-Piironen kertoo luvussa 17, miten ja miksi tietokone tukee lasten yhteistoiminnallisuutta. Koivunen puolestaan puhuu luvussa 6 perinteisten käyttöliittymien hankaluudesta ja pyrkii vastaamaan haasteeseen, miten tietokoneen käyttöä voitaisiin helpottaa lapsille. Edellisessä Majarannan kirjoittamassa luvussa, tässä luvussa, kuten myös Hannu Solan kirjoittamassa seuraavassa luvussa KidSim – ohjelmointiympäristöstä paneudutaan tutkimaan lapsia ohjelmoijina.

Miten lapset käyttävät tietokonetta? Mitä lapset tekevät tietokoneella? Mikä lapsia kiinnostaa tietokoneissa? Kuinka nopeasti lapsi oppii käyttämään erilaisia ohjelmia? Mitkä asiat käyttöliittymässä vaikuttavat siihen, miten nopeasti lapsi oppii ohjelmaa käyttämään? Kuinka kauan lapsi jaksaa olla kiinnostunut jostain ohjelmasta? Mikä lapsen mielenkiinnon pitää yllä? Voiko lapsi oppia ohjelmoimaan? Onko kaikkien lasten osattava ohjelmoida? Mistä johtuu, että toiset lapset oppivat ohjelmoimaan nopeammin kuin toiset?

Kaikki edellä mainitut kysymykset liittyvät lasten ohjelmointiin ja niihin tulee etsiä vastausta, mikäli halutaan selvittää, millainen ohjelmointiympäristö tulee tarjota lapselle, jonka halutaan oppivan ohjelmoimaan. Näihin ja moniin muihinkin kysymyksiin etsitään vastausta muun muassa EU:n rahoittamassa Playground-projektissa, jossa tutkitaan lasten toimintaa pääosin kahden eri ohjelmointiympäristön avulla ja pyritään kehittämään iteratiivisin menetelmin laskennallista leikkikenttää lapsille. Toinen näistä Playground-projektin pääosin käyttämistä ohjelmointivälineistä on tässä luvussa esitelty ToonTalk ja toinen on Logon graafinen versio. Projektiin kannattaa käydä tutustumassa projektin kotisivuilla (Playground Web 2001), mikäli aihe kiinnostaa enemmän. Sieltä löytyy esimerkiksi lasten tekemiä pelejä.

ToonTalk valittiin kokeiluvälineeksi eräässä edellä mainitun Playground International -seminaarin tutkimuksessa, sillä se näytti olevan sopivin väline tähän tutkimukseen, jonka kohderyhmänä oli 3–5 -vuotiaita lapsia. ToonTalkiin päädyttiin, sillä se on kilpailijoitaan (esim. StageCast Creator) helpommin konfiguroitavissa ja se on myös helppokäyttöisempi. Helppokäyttöisempi, sillä ToonTalkin käyttöön tarvitaan vain kolmea hiirellä suoritettavaa toimenpidettä: liikuttaminen, napsautus ja raahaus. Tässä tutkimuksessa lapsille annettiin yksinkertaisia ToonTalkin kanssa suoritettavia tehtäviä, ja heidän käyttäytymistään sekä toimiaan analysoitiin. Eräs lapsille annettu tehtävä oli esimerkiksi ohjelmoida kuvanvaihtorobotti, eli robotti, joka ohjelmoidaan poimimaan kaksi kuvaa ja vaihtamaan niiden paikkaa keskenään. ToonTalk osoittautui tutkimuksessa menestykseksi tutkimuksen ikäryhmän lapsille ainakin viihteellisestä näkökulmasta. Lapset nauttivat ToonTalkilla leikkimisestä, vaikka he käyttivätkin vain tarjottuja manipulointityökaluja. Tulokset rohkaisivat tutkimuksen tekijöitä jatkamaan tutkimuksia ToonTalkin ja lasten parissa myös tulevaisuudessa. (Morgado *et al.* 2001). Tämän luvun loppupuolella kerrotaan hieman muista ToonTalkiin liittyvistä tutkimuk-

sista ja tutkimustuloksista. Luvun myötä pyritään myös selventämään, mistä ToonTalk – ohjelmointiympäristössä on kyse.

15.3. ToonTalk käytössä

Tässä kappaleessa kerrotaan ToonTalkin käytöstä ja pyritään hahmottamaan, millaisen ensivaikutelman ohjelma tarjoaa käyttäjälleen. Tutustuminen ToonTalk-ohjelmaan kannattaa aloittaa ohjelman kotisivuilta (ToonTalk Web 2001) ladattavaan demoon, jotta saisi käsitystä siitä, mistä ohjelmassa on kyse. Ensimmäinen näyttö tarjoaa kuusi vaihtoehtoa; voi pelata pelejä, rakennella itse ohjelmia, katsella demoja, säätää asetuksia, katsella tietoja ohjelmista tai katsella, mitä ohjeista löytyy. Free Play – painiketta painamalla tapahtuu seuraavaa: Nimeä kysytään. Samoin kysytään, miltä haluaa näyttää. Seuraavaksi lennelläänkin jo legohelikopterilla, jota ohjailaan hiirellä. Hiiren vasemmalla näppäimellä voi laskeutua maahan. Jo tässä vaiheessa ohjelmasta tietämätön alkaa luultavasti miettimään, mitä tällä kaikella on tekemistä ohjelmoinnin kanssa. Helikopterista maihin nousee legoukko, jolla pystyy kävelemään legomaailmassa.

Jos painaa hiiren oikeaa painiketta, eteen ilmestyi ruutu, jota kontrolloidaan animoidulla kädellä. Ruudussa on työkalulaatikko, jossa on kaikenlaisia tavaroita ja asioita. Toimintaa ohjaa pieni vihreä mies, joka tosin enimmäkseen häiritsee olemalla tiellä. Työkalulaatikon tavaroita voi käyttää ohjelman ollessa tässä moodissa. Yhteyttä ohjelmoinnin kanssa voi olla tässäkin vaiheessa hieman hankala löytää. Legomaailma vaikuttaa yksitoikkoiselta ja jopa hiukan kyllästyttävältä.

Seuraavaksi voi kokeilla vaikkapa valmista peliä. Pelin juonen kulku selitetään alussa. Tehtävänä on pelastaa joku henkilö. Muun muassa ohjelman kotisivuilta (ToonTalk Web 2001) löytyvissä ohjeissa kerrotaan kohta kohdalta, mitä tulee tehdä. Aluksi pitäisi mennä rakettiin ja kuunnella pientä vihreää miestä, Martya, joka selittää ensimmäisen ongelman. Marty myös kertoo, mitä pitäisi seuraavaksi rakennella.

Marty kertoo, että raketin tietokone pitäisi korjata, ja se tarvitsee numeroita toimiakseen. Hän kehottaa hakemaan numerot 1 ja 2 viereisestä talosta. Talon ja raketin välillä juostaan tekemässä niitä hommia, mitä Marty käskee. Uuden yrityksen saa räjäyttämällä pommilla koko talon, mikäli epäonnistuu jossain Martyn antamassa tehtävässä. Marty on tyytyväinen, mikäli tehtävät onnistuvat mallikkaasti.

Pelin tarkoitus on tutustuttaa pelaajaa suunnittelumoodissa käytettäviin työkaluihin. Siinä tutustutaan muun muassa pölynimuriin, minkä saa toimimaan joko puhallus- tai imu moodissa. Taikasauvalla varustetun robotin käyttö osoittautuukin jo sen verran hankalaksi, että kannattaa ehdottomasti tutustua ainakin ohjelman manuaaliin ja ehkä vielä ToonTalkin kotisivuilta löytyviin tietoihin sekä palata kokeilemaan ohjelmointia myöhemmin hieman paremmilla tiedoilla varustettuna!

Mitä ToonTalkilla on sitten tekemistä ohjelmoinnin kanssa? ToonTalk pyrkii animoimaan ohjelmakoodin. Se on jotain uutta ohjelmointirintamalla. Ohjelmakoodihan on tyypillisesti tekstiä, joka pitää sisällään loogisia operaatioita, muuttujia, funktioita, olioita, tietorakenteita

luokkia yms. Monille ei tule mieleenkään, että ohjelmakoodin voisi animoida. Tästä syystä ToonTalkin ja ohjelmoinnin yhteyttä voi aluksi olla vaikea ymmärtää. Miksi lähdekoodi sitten pitäisi animoida? Siihen löytyy vastaus myöhemmin.

ToonTalkin kaksi tavoitetta sitä kehitettäessä olivat 1) luoda itseopettava ohjelmointiympäristö lapsille ja 2) luoda ilmaisuvoimainen ohjelmointiväline lapsille, millä voi myös tehdä ihan oikeita ohjelmia (*a powerful programming system for kids*) (Kahn 1996). Näistä tavoitteista ja itse ohjelmasta kerrotaan tarkemmin myöhemmin.

15.4. ToonTalk - projektin tavoitteet

Itseopettava ohjelmointiympäristö lapsille

Perinteinen ohjelmointi sisältää paljon vaikeita asioita ja käsitteitä. Jos opeteltavien asioiden määrää minimoitaisiin, voitaisiin niin lapsia kuin aikuisiakin saada kiinnostumaan ohjelmoinnista. Haasteena onkin, miten tämä tehdään. Kahnin mukaan tietokoneen käyttämisen opettelemisen ilman ohjelmoinnin opettelemista on kuin opettelisi lukemaan opettelematta kirjoittamaan. Tämä motivoi häntä selvittämään, miten ihmiset saataisiin kiinnostumaan ohjelmoinnista. Heidän projektinsa tavoitteena oli luoda tietokoneella toimiva järjestelmä, millä saataisiin lapset ohjelmoimaan opettamatta heille, miten järjestelmää käytetään. ToonTalkin kehitettyä olevan joustava järjestelmä, millä voi rakennella kaikenlaista Pac Man -pelistä quick sort- algoritmin toteuttamiseen. Projektissa otettiin paljon mallia videopeleistä ja legoista. Niistä lainattuja suunnitteluperiaatteita ovat

1. tarjota helppo ensivaikutelma ja kasvattaa vaikeusastetta hiljalleen,
2. rohkaista tutkimaan,
3. tarjota ja ylläpitää houkuttelevia tarinoita (*appealing fantasies*),
4. haastaa jatkuvasti kuitenkin turhauttamatta käyttäjää, ja
5. käyttää animointia, filmitekniikoita ja periaatteita mahdollisimman paljon.

Videopeleistä ToonTalkiin kopioitiin esimerkiksi roolihahmo, jota useat videopelit käyttävät liikuttaessa pelin maailmassa. ToonTalkissa ohjelmoijaa kuvataan animoidulla roolihahmolla. Legoista taas lainattiin periaate "*Design - Construct - Use*". ToonTalk eroaa muista lähellekään vastaavista ohjelmointiympäristöistä siinä, että se tekee ohjelman rakentamisen hauskaksi ja viihdyttäväksi, kun normaalisti itse ohjelmointi ei sitä kaikkien mielestä välttämättä ole. ToonTalk suunniteltiin siten, että lapsista tulisi ohjelmointitaitoisia ilman toisten ihmisten apua vaikkapa kotitietokoneen äärellä. ToonTalkin tekijät ovat tyytyväisiä, jos heidän projektinsa tuottaa lapsia, jotka hallitsevat tietokoneet kuin omat taskunsa ja osaavat olla luovia tietokoneen parissa (Kahn 1996).

Tehokas ohjelmointiympäristö lapsille

ToonTalk pyrittiin rakentamaan helpoksi oppia, mutta tehokkaaksi ohjelmointivälineeksi. Perinteinen ohjelmointikieli, kuten esim. C++ on joustava, mutta vaikeasti opittava. Hypertalk -

ohjelmointikieli taas on helpompi käyttää, mutta hyvin rajoittunut ohjelmointikieli. Monet ohjelmointikielien, kuten Scheme tai Prolog ovat jopa hankalia opeteltavia tietojenkäsittelytieteiden oppilaillekin. ToonTalk projektin yhteydessä pohdittiin sitä, mistä nämä oppimisvaikeudet johtuvat. Metaforien puutteesta, väittää Ken Kahn. Jos ohjelmoinnin abstraktit käsitteet saadaan muutettua jollain tavalla konkreettisiksi, ollaan jo lähempänä ratkaisua. ToonTalkissa linnut pesineen ovat kommunikointikanavia. Lintuja voi kopioida, ja jokaisella kopiolla on kuitenkin sama pesä. Kun linnulle annetaan viesti, lentää se pesäänsä, jättää viestin pesään ja lentää takaisin lähtöpaikkaansa. Linnun käyttäytymissääntöjen ymmärtäminen on artikkelin tekijän mukaan helppoa jopa seitsemän vuotiaan lapsenkin ymmärtää. ToonTalk koostuukin kaikenlaisista animoiduista hahmoista ja metaforista, joilla pyritään konkretisoimaan ohjelmoinnissa esiintyviä abstrakteja käsitteitä ja asioita.

ToonTalkin kehityspohjaksi valittiin samanaikainen ja rakenteellinen ohjelmointi (*concurrent constraint programming*) monien tutkimusten osoittaessa sen tehokkuutta monessa mielessä. Pohjaksi ei siis valittu esimerkiksi pelkästään funktionaalista ohjelmointia. Lapsille yhtäaikaisuus on luonnollisempaa kuin että asiat tapahtuvat yksi kerrallaan. Luonnollisessa maailmassammekin voi tapahtua useita asioita samanaikaisesti. Sen lisäksi ohjelmat, joita lapset Kahnin mukaan haluavat tehdä, ovat jo luonteeltaan yhtäaikaisia. Esimerkiksi Ping Pong -peli voidaan jakaa mailaan, palloon ja pisteenlaskuriin. Näiden kaikkien tulee toimia samanaikaisesti.

15.5. Animoitu lähdekoodi

Miksi nykyiset ohjelmointiympäristöt eivät riittäisi jatkossakin? Koska ohjelmien suoritusta ei animoida täydellisesti. Tämä havainnollistaisi asiaa paljon. Miksi ei otettaisi askelta eteenpäin ja siirryttäisi staattisista kuvista dynaamisiin, eli animaatioon, kuvataksemme ohjelman dynaamisista suorittamista?

Perustavaa laatua oleva idea ToonTalkin pohjalla on nimenomaan animoitu lähdekoodi. Tämä ei tarkoita kuitenkaan sitä, että ToonTalk ottaa jonkin visuaalisen ohjelmointikielen ja vaihtaa sen staattiset ikonit animoiduilla ikoneilla. Tässä otetaan sen sijaan esimerkkiä tietokonepeleistä, joita lasten on helppo käyttää. Esimerkkinä artikkelissa (Kahn 1996) käytetään swap -operaatioita, jossa kaksi elementtiä vaihtavat paikkaa keskenään. ToonTalkissa tämän voi tehdä robotin avulla, joka siirtää elementin lokerosta 1 työpöydälle. Siirtää elementin lokerosta 2 paikkaan, jossa elementti 1 oli. Ottaa työpöydältä elementin 1 ja siirtää sen paikkaan, jossa elementti 2 oli. Koodina tämä näyttäisi seuraavalta:

- `temp = x;`
- `x = y;`
- `y = temp;`

Lasten on helpompi ymmärtää asia, kun se tehdään robotin ja legopalikoiden avulla. Kun askel on otettu, voidaan muitakin operaatioita suorittaa vastaavasti animoiden, kuten selaaminen, editointi, itse ohjelman suorittaminen ja ohjelmien virheiden korjaus.

Tietokonepeleistä voidaan lainata myös muita ideoita, kuten hahmo, joka auttaa pelaajaa pelin edetessä (agentti). ToonTalkin työkalut ovat animoituja hahmoja, kuten imuri, jolla voi poistaa esineitä tai asioita viemällä imuri poistettavan esineen päälle ja painamalla välilyöntiä. Näin poistaminenkin on erittäin havainnollinen ja helposti ymmärrettävä tapahtuma.

15.6. ToonTalk ohjelmointikieli ja metaforat

Entä jos tietokonepelien säännöt ja toimintamallit valjastetaan yleiskäyttöön? Entä jos samoilla periaatteilla käyttäjä voisi itse luoda ohjelmia? Mikään muu ohjelmointiympäristö ei tarjoa vastaavaa tapaa ohjelmoida kuin ToonTalk, mikä on patentoitukin juuri sen vuoksi, että muita vastaavia ei ole olemassa. ToonTalkin haasteena olikin abstraktion konkretisointi ja samalla tarjota tehokas ja ilmaisuvoimainen ohjelmointiväline.

ToonTalkin maailma on 1990-luvun kaupunki, missä on helikoptereita, rekkoja, taloja, katuja, pyörän pumppuja, työkalulaatikoita, imureita, laatikoita ja robotteja. Vastaavanlaisena ympäristönä olisi voinut toimia vaikkapa avaruus tai joku muu fantasiamaailma tai keski-aikainen teema.

Koko ToonTalk ohjelma on kaupunki. Suurin osa toiminnasta tapahtuu taloissa. Tiedonsiirron talojen välillä hoitavat linnut. Taloissa on robotteja, jotka tekevät tehtäviä. Roboteilla on ajatuskuplat, jotka kertovat, millainen niiden tilan tulee olla ennen tehtävän suorittamista. Tilaa säilytetään laatikoissa. Laatikoita käytetään myös viestejä varten sekä yhdistämään dataa. Jos robotille annetaan laatikko, missä on kaikki ne asiat, mitä sen puhekuplassa vaaditaan, alkaa se suorittamaan sille ohjelmoitua tehtävää. Robottien joukolla voidaan toteuttaa if - then - else - lauserakenne. Robotin käyttäytyminen on juuri sen mukaista, mitä sen ohjelmoija on opettanut sille.

Robotille on mahdollista ohjelmoida seuraavia tehtäviä (huomaa vastaavuus tavanomaisten ohjelmointikielten operaatioiden kanssa):

- 1. Viestin lähettäminen antamalla laatikko tai muistio linnulle
- 2. Synnyttää uusi agentti pudottamalla laatikko ja robottijoukko rekan lavalle (mikä ajaa pois ja rakentaa uuden talon)
- 3. Suorittaa yksinkertaisia laskuoperaatioita kuten yhteen- ja kertolasku rakentamalla numeroista pinoja, jotka yhdistää pieni hiiri vasaransa kanssa
- 4. Kopiointi taikasauvan avulla
- 5. Lopettaa agentin toiminta pommin avulla
- 6. Vaihtaa laatikoiden sisältöä

Pysyvää muistia havainnollistetaan ToonTalkissa muistikirjalla. Useita muistikirjoja yhdistelemällä saadaan aikaiseksi hierarkinen tietovarasto. Muistikirjat tarjoavat tiedostojen toiminnallisuuden jättämättä silti ToonTalkin metaforaa.

Seuraavassa taulukossa on kartoitettu laskennallisten abstraktioiden ja ToonTalkissa toteutettujen käsitteiden yhteyttä.

Laskennallinen	ToonTalk
Laskenta	Kaupunki
Agentti/tekijä/prosessi/olio	Talo
Metodit/lauseet	Robotit puhekuplineen
Metodin attribuutit	Puhekuplan sisältö
Metodin toiminnot	Robotille opetettu toiminta (puhekuplan sisältö)
Taulukot/vektorit/viestit	Laatikot
Vertailut	Vaa'at
Agenttien luominen	Lastatut rekat
Agentin toiminnan lopettaminen	Pommit
Vakiot	Numerolehtiöt, tekstilehtiöt, kuvat
Tiedonsiirto	Linnut
Tiedon vastaanotto	Pesät
Tietovarastot	Muistikirjat

Taulukko 1. Laskennalliset abstraktiot ja ToonTalkin käsitteet.

Työkalut

ToonTalk tarjoaa työkaluja kopioimiseen, poistamiseen, palauttamiseen ja esineiden koon muuttamiseen. Nämä kaikki työkalut ovat ToonTalkissa toteutettu animoituina hahmoina, joita on hauska käyttää. Seuraavassa taulukossa on kerrottu ensiksi, mikä toiminto on kyseessä ja sitten, mikä työkalu tätä toimintoa vastaa.

Toiminto	Työkalu
Kopiointi	Taikasauva
Poisto	Imuri
Säilyttäminen	Muistio
Palautus	Imuri
Koon muuttaminen	Pyörän pumppu

Taulukko 2. Työkalut.

Animoiduilla hahmoilla eräs merkittävä saavutettu etu on, että niitä voidaan ottaa esille tarvittaessa ja laittaa pois, mikäli niille ei sillä hetkellä ole käyttöä. Animointi lisää myös ohjelmoinnin hauskuutta ja tekee kaikista toiminnoista helpommin ymmärrettäviä, sekä myös esteettisen ja mukavan näköisiä.

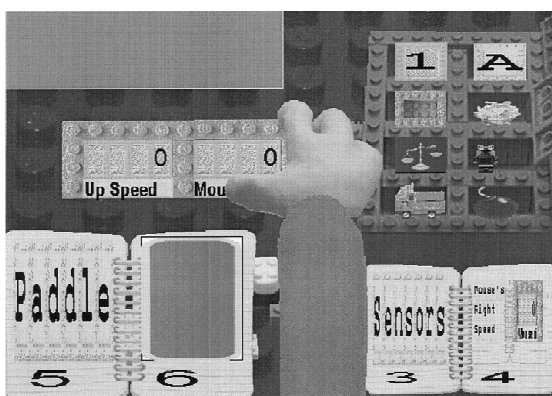
Aritmetiikka

Projektissa päädyttiin siihen, että laskimen sijaan on keksittävä jotain muuta, sillä laskin ei olisi sopinut ToonTalk - metaforaan. Aritmeettiset operaatiot suoritetaankin aika erikoisella tavalla. Laskutoimituksen suorittaa pieni hiiri vasaransa kanssa sen jälkeen, kun käyttäjä on tehnyt tarvittavat toimenpiteet. Jos esimerkiksi käyttäjä haluaa laskea kaksi lukua yhteen, laittaa hän luvun toisen päälle, jonka jälkeen kuvaruudulle ilmestyy hiiri, joka lyö vasarallaan luvut yhteen. Jos taas käyttäjä laittaa '*5' numeron päälle, tulee hiiri jälleen lyömään pinoa, ja tuloksena syntyy luku * 5. Lasten kanssa työskentely on osoittanut tämän hauskaksi tavaksi toteuttaa aritmetiikka.

15.7. Ping Pong pelin rakentaminen

Vaikka tätä Kahnin artikkelissa esiintyvää varsin monimutkaista pelinrakennusesimerkkiä voi olla melko vaikea ymmärtää, on Ping Pong pelin rakentaminen kuitenkin täysin mahdollista ToonTalkin avulla. Seuraavassa tulee pieni osa toimenpiteistä, joita on tehtävä, jotta kyseinen peli saadaan rakennettua. Helppoa ja hauskaa – lapsikin sen osaa ja ilman ohjeita?

Laskeudu kopterilla, mene taloon, istu alas, etsi muistiosta hyvä kuva mailaa varten, kopioi kuva työalueelle, laita robotti mailan taakse, ohjelmoi robotti kopioimaan hiiren vertikaalinen liike mailalle, etsi kaukosäädin hiiren vertikaaliselle liikkeelle, kopioi se työalueelle, etsi sensori, mikä kuvaa hiiren liikettä, pudota se mailan vertikaalisen nopeuden viereen, ota robotti, anna sille juuri rakennettu laatikko, ohjelmoi robotille toimenpiteet jne... Kuten huomaamme, ei tämän kaltaisen ohjelman rakentaminen ole mitenkään yksioikoista ja helppoa. On todennäköistä, että kovinkaan moni alle 12 - vuotias lapsi ei omin neuvoin selviytyisi tästä tehtävästä.



Kuva 2. Ping Pong -peliä rakentamassa.

15.8. Tutkimus

ToonTalkin betatestaus aloitettiin tammikuussa 1995 Encinalin koulussa Menlo Parkissa, Kaliforniassa. Neljäsluokkalaisille demottiin ohjelmaa aluksi puoli tuntia, jonka jälkeen he käyttivät ohjelmaa pareittain. Tuolloin vuonna 1995 noin 75 lasta käyttivät ohjelmaa. Jokainen sessio

kesti 30-40 min ja noin kuusi lasta käyttivät ToonTalkia viikoittain. Järjestelmä piti lokia käyttäjien toiminnasta. Lapsia myös seurattiin samalla, kun he käyttivät ohjelmaa. Kun lapset olivat hämillään tai kyselivät, heitä autettiin. Lapsia yritettiin kuitenkin mahdollisimman paljon saada hakemaan apua Marty-agentilta. Syyskuussa -95, lokakuussa -96, syyskuussa -97 ja tammikuussa -99 tätä samaa toistettiin saman koulun neljäsluokkalaisilla. Testauksen tarkoitus ei ollut tehdä huolellisesti valvottua tieteellistä tutkimusta (ToonTalk Web 2001, Kahn 1996).

Tulokset

Positiivista tuloksissa oli muun muassa, että noin 50 oppilasta pitivät ToonTalkia hyvin kiinnostavana ja heillä oli vain vähän ongelmia ohjelmointikielen kanssa. He ymmärsivät miten kouluttaa robotteja, antaa viestejä linnuille jne... Noin 10% eivät osanneet kouluttaa robotteja edes kahden 30:n minuutin session jälkeen. Nämä positiiviset tulokset ovat vielä vaikuttavampia, kun otetaan huomioon järjestelmän useat virheet, joita lapsetkin löysivät käyttäessään järjestelmää.

Ohjelmassa havaittiin myös paljon pieniä käytettävyyteen liittyviä ongelmia, kuten esimerkiksi ToonTalkissa käytettiin hiiren vasenta nappia poimimiseen ja pudottamiseen ja oikeaa nappia kädessä olevan asian käyttämiseen. Monilla lapsilla oikea ja vasen menivät sekaisin. Nykyään ToonTalkissa painetaan välilyöntiä kädessä olevan esineen käyttämiseen. Hiiren molemmat napit toimivat samalla tavalla keskenään.

Lapset pitivät erityisesti animoiduilla hahmoilla leikkimisestä ja talojen tuhoamisesta. He eivät kuitenkaan rakennelleet hyödyllisiä ohjelmia.. Rajoitetut testaukset osoittavat kuitenkin, että lapset tarvitsevat opastusta järjestelmän käytössä. He eivät tule ToonTalkin kanssa täysin omillaan toimeen.

ToonTalkin variaatioita voidaan kuvitella helposti. Niitä voisi olla vaikkapa virtuaalinen versio ohjelmasta, verkkoversio sekä monen käyttäjän versio, mikä tarjoaisi tien usean ohjelmoijan yhtäaikaiseen toimintaan. Tekijät ovat myös ajatelleet ammattiversiota?

15.9. Päätelmät ja pohdinta

ToonTalkin perimmäinen idea - animoitu lähdekoodi, on jotain uutta ohjelmointirintamalla. Vaikka kyseessä onkin uusi idea, ei se välttämättä ole vallankumouksellinen, vaikka ohjelman tekijät antavat niin ymmärtää. Ohjelmointi on kylläkin osittain kehittymässä suuntaan, jossa lähdekoodia ei tarvitse nähdä tai tietää siitä yhtään mitään. Esimerkiksi Macromedian tuotteissa, kuten Director® tai Flash®, ei ohjelman tekijän tarvitse välttämättä tietää mitään tekemiensä ohjelmien taustalla olevasta koodista. Ohjelmointi on hyvin helppoa aina, kun ohjelmointivälineellä vain näytetään, mitä tulee tehdä. Esimerkiksi painetaan vain äänitys - painiketta ja vedetään näytöllä olevaa kohdetta paikasta toiseen, jolloin saadaan ohjelmoitua yksinkertainen animaatio, jonka taustalla on kuitenkin monimutkainen koodi. Lähdekoodin animointi on kuitenkin pitemmän päälle arsyttävää ja turhaa. Ohjelmoinnin mukavuus perustuu juuri siihen, että vaikka itse työ olisi välillä tylsää ja puuduttavaa, palkitsee onnistunut lopputulos tehdyn työn.

ToonTalkin ohjelmointi on erilaista, joskin ei sitäkään todella helpoksi voi sanoa. Tutkimuksiin osallistuneet lapset kun eivät täysin edes ymmärtäneet ToonTalkin tarkoitusta – omien ohjelmien tekemistä. ToonTalkista voisi tehdä hieman paremmin järjestettyjä tieteellisimpiäkin tutkimuksia, jotta saataisiin jotain oikeita tuloksia tuotteen käyttökelpoisuudesta. Tämänhetkisten tutkimusten perusteella siitä ei voi sanoa juuri mitään varmaa. On myös hieman kyseenalaista, onko kaikkien ihmisten todella osattava ohjelmoida, kuten ToonTalkin tekijät väittävät. Tietokoneen käyttötaitokin on tavalliselle ihmiselle jo riittävästi. On myös kyseenalaista, onko metaforien puute se suurin syy, mikä tekee ohjelmoinnista vaikeaa. Joillekin ihmisille asioiden täsmällinen määrittely ja looginen päättely (mitä ohjelmoinnissa tarvitaan joka tapauksessa) on vain vaikeaa syystä tai toisesta.

Hannu Sola toteaaakin lukunsa (artikkelin seuraava luku) päätteeksi seuraavaa paneuduttuaan KidSim-simulaatiojärjestelmään: "Oli ohjelmointiympäristö miten helppokäyttöinen tahansa, ohjelmoijan on jossain vaiheessa opittava ohjelmoinnin käsitteitä ja periaatteita, ainakin implisiittisesti. Näitä ovat mm. eksaktius, sekventiaalisuus, kausaalisuus, logiikka, toisto ja muuttujat. Näiden hahmottaminen voi olla varsinkin pienille lapsille hyvin haastavaa, kuten evaluaatiotutkimuksissakin havaittiin." Tämä sama pätee myös ToonTalkiin. Solan edellä mainitsemat asiat tulee omaksua ja ymmärtää jossakin vaiheessa, vaikka kyseessä olisikin animoitu lähdekoodi.

Tulevaisuudessakin on oltava paljon myös niitä henkilöitä, jotka hallitsevat niin konekielen kuin korkeamman tasonkin ohjelmointikielien, vaikka markkinoille tulisi millaisia ohjelmointivälineitä hyvänsä, sillä lähes kaikki nykyiset ohjelmat kun perustuvat enemmän tai vähemmän perinteiseen ohjelmakoodiin. Koodin osaaminen on siis välttämätöntä. Tavanomainen ohjelmointi ei tule katoamaan vielä pitkään aikaan, jos koskaan.

Lähdeluettelo

- Kahn, K. (1996). ToonTalk - An animated programming environment for children. *Journal of Visual Languages & Computing* 7(2), 197-217.
- Morgado, L. Cruz, M. Kahn, K. (2001). Working in ToonTalk with 4- and 5-year olds. Playground International Seminar. Porto, Portugal – April 3rd 2001.
- Playground Web . < www.ioe.ac.uk/playground/frame_f.htm > . Viitattu 22.12.2001.
- ToonTalk Web . < www.toontalk.com > . Viitattu 22.12.2001.

16. Ohjelmointia ilman koodausta

Hannu Sola

16.1. Johdanto

Tietokoneen ohjelmointi koetaan usein vaikeaksi ja erityisesti lapsille haastavaksi. Nuoretkin lapset osaavat kuitenkin käyttää tietokonetta ja sen sovelluksia. Mikä siis on esteenä ohjelmoinnille? Onko tietokoneen ohjelmointi lapsille ja muille loppukäyttäjille mahdotonta?

Ohjelmoinnin soveltuvuudesta lapsille ollaan montaa mieltä. Tunnetuin lapsille kehitetty ohjelmointikieli on LOGO, jota on käytetty jo 1970-luvulta kouluopetuksessa. LOGO-kielen kehittäjien (Papert 1970) mukaan ohjelmointi edistää lasten ajattelukyvyn kehittymistä, ja ohjelmoinnin sovellusalue riippumattomuus tarjoaisi hyvän pohjan myös ongelmanratkaisutaidoille. Tulokset LOGO-kielen käytöstä ovat kuitenkin ristiriitaisia (Gilmore *et al.* 1995). Muita lähestymistapoja ohjelmointiin ovat esittäneet mm. Pekkala (tässä raportissa) ja Majaranta (tässä raportissa).

Applella vuoden 1994 tienoilla kehitetty KidSim-ohjelma ja sen seuraajat, Cocoa ja Stagecast Creator tarjoavat lapsille helppokäyttöisen visuaalisen ohjelmointiympäristön. Lapset voivat tuottaa symbolisia simulaatioita ohjelmoimalla suorakäytön avulla agenteja kaksikulotteisessa mikromaailmassa.

KidSim ei kokonaan ratkaise loppukäyttäjän ohjelmointiongelmaa. Kahden erillisen tutkimuksen mukaan se ei myöskään ole riittävän hyvä väline opettamaan lapsille ohjelmoinnin käsitteitä tai toimimaan työkaluna tieteellisten ilmiöiden selittämiseen. Runsaasti parannusehdotuksia on esitetty, ja osa niistä on jo toteutettukin ohjelman uudempiin versioihin.

Tässä luvussa kuvaillaan aluksi tarkemmin loppukäyttäjän ohjelmointiongelmaa. Sen jälkeen tutustutaan itse KidSim-ohjelmaan ja sen käyttöliittymään. Seuraavaksi esitellään ohjelman arvioimiseksi tehtyjä arviointitutkimuksia ja niiden tuloksia. Tämän jälkeen käydään läpi arviointien pohjalta syntyneitä parannusehdotuksia. Loppuun on kerätty pohdintaa niin KidSim-ohjelmasta ja sen seuraajista kuin arviointitutkimuksista. Taustatiedot ja KidSim-järjestelmän kuvaus ovat pääosin peräisin Smithin ja muiden (1994) artikkelista. Arviointitutki-

musten tiedot ovat Gilmoren ja muiden (1995) tekstistä sekä Raderin ja muiden (1997) artikkelista.

16.2. Loppukäyttäjän ohjelmointiongelma

Markkinoilla on runsaasti yleiskäyttöisiä ja tehtäväkohtaisia valmisohjelmistoja, joilla tietokoneen käytön perusasiat hallitseva henkilö hoitaa helposti monet työn ja vapaa-ajan toimet. Näitä henkilöitä kutsutaan usein loppukäyttäjiksi (*end user*). Valmisohjelmilla on kuitenkin omat rajoituksensa; mitä tahansa niilläkään ei voi tehdä. Smith ja muut (1994) näkevät tärkeäksi, että loppukäyttäjät saavat koneen auttamaan heitä juuri heidän päämääriensä saavuttamisessa. Käyttäjät tarvitsevat ohjelmistoagentteja, jotka osaavat hyödyntää tietokoneen ominaisuuksia juuri sellaisten ongelmien parissa, mitä kukin käyttäjä kulloinkin haluaa ratkaista. Mutta miten käyttäjä pystyy tuottamaan ja kontrolloimaan tällaisia agentteja? Perinteisesti niiden tuottaminen on tarkoittanut agentin ohjelmoimista jollakin ohjelmointikielellä. Myös monet lapset käyttävät tietokonetta. Erityisesti heille ohjelmointikielten abstraktisuus ja monimutkaisuus tuottaa ongelmia. Onko tietokoneen ohjelmoiminen siis mahdotonta lapsille?

Valmisohjelmistot, joita loppukäyttäjät käyttävät, ovat yleensä erilaisia editoreja. Hyvin nuoretkin lapset osaavat piirtää kuvia piirto-ohjelmilla. Vanhemmat loppukäyttäjät käyttävät mitä moninaisempia editorityyppisiä ohjelmistoja: tekstinkäsittelyohjelmia, taulukkolaskentaa, tietokantoja jne.

Tietokoneohjelma on yleisesti jonkin algoritmin toteutus tietokoneella. Laajasti ottaen algoritmi voi olla esimerkiksi ruuanlaittoresepti tai sarja ohjeita jonkun paikan löytämiseksi. Nämä ovat asioita, jotka usein koetaan ohjelmointia huomattavasti helpommiksi hallita. Mikä siis on ohjelmoinnin kompastuskivi loppukäyttäjille?

Smithin ja muiden (1994) mukaan ongelma on ohjelmointikieli. Vieraan kielen oppiminen on suurimmalle osalle ihmisistä kohtalaisen hankalaa, puhumattakaan ei-luonnollisista, abstrakteista ja eksakteista ohjelmointikielistä. Ohjelmoinnin alkutaipaleelle on pyritty kehittämään helppoja ohjelmointikieliä, kuten Logo ja BASIC, mutta niiden menestys lasten ja muiden loppukäyttäjien keskuudessa on jäänyt kohtalaisen vaatimattomaksi. Smith ja muut (1994) esittävät ratkaisuksi koko ohjelmointikielen käytöstä luopumista. Ohjelmointiympäristö voisikin olla valmisohjelmistojen tyylisiin editoriin, jolla käyttäjät muokkaavat agentteja suorittamaan heidän haluamiaan tehtäviä.

Tietokonepelien maailmassa on paljon editorityyppisiä ohjelmia, esimerkiksi The Pinball Construction Set, jolla voi rakentaa flippereitä. Valitettavasti kaikki käyttäjät eivät halua pelkästään rakentaa flippereitä. Ympäristön pitäisi siis olla geneerinen, jotta se voisi palvella erilaisten käyttäjien erilaisia tarpeita. Tutkijat haluavat soveltaa 1980-luvulla vakiintuneita graafisten käyttöliittymien suunnitteluperiaatteita myös ohjelmointiympäristöön. Tärkeimmät näistä periaatteista ovat:

- näkyvyys (ohjelman ominaisuudet eivät saa olla käyttäjältä piilossa),

- kopioinnin ja muokkaamisen mahdollisuus (aina alusta aloittaminen voi olla turhauttavaa myös ohjelmoijissa),
- suora käyttö (objektien suora manipulointi on luonnollisempaa kuin koodisanojen muistelu),
- konkreettisuus (abstraktien asioiden hahmottaminen on erityisesti lapsille vaikeaa),
- käyttäjälle tuttu käsitelmä (käyttäjät pyrkivät selittämään uudet asiat aiemman tietämyksensä avulla) ja
- tulkintaetäisyyden minimointi (käsitteiden tulisi olla mahdollisimman lähellä niiden reaali maailman vastineita).

Näistä lähtökohdista Smith ja muut (1994) kehittivät KidSim-ohjelmiston. He myöntävät loppukäyttäjän ohjelmointiongelman hyvin haastavaksi, joten KidSim ei ole täysin geneerinen ohjelmointityökalu. Sillä voi tuottaa symbolisia simulaatioita, joita voi käyttää esimerkiksi oppimisen tukena (konstruktivistinen oppimiskäsitys).

Smith ja muut (1994) määrittelevät symbolisen (vastakohtana numeeriselle) simulaation seuraavasti: symbolinen simulaatio on tietokoneohjattu mikromaailma, joka koostuu yksittäisistä, pelilaudalla (*game board*) liikkuvista, keskenään vuorovaikutuksessa olevista olioista (agenteista). Määritelmää voisi kenties vielä yleistää tästä hieman. Pelilauta viittaa peleihin, mutta simulaatio voi olla muutakin, esimerkiksi havainnollistus jostain luonnonilmiöstä. Simulaatioagentit voivat jossain tapauksissa olla vuorovaikutuksessa myös käyttäjän kanssa tai yhteydessä muualle (esimerkiksi tietovarastoihin tai toisiin simulaatioihin).

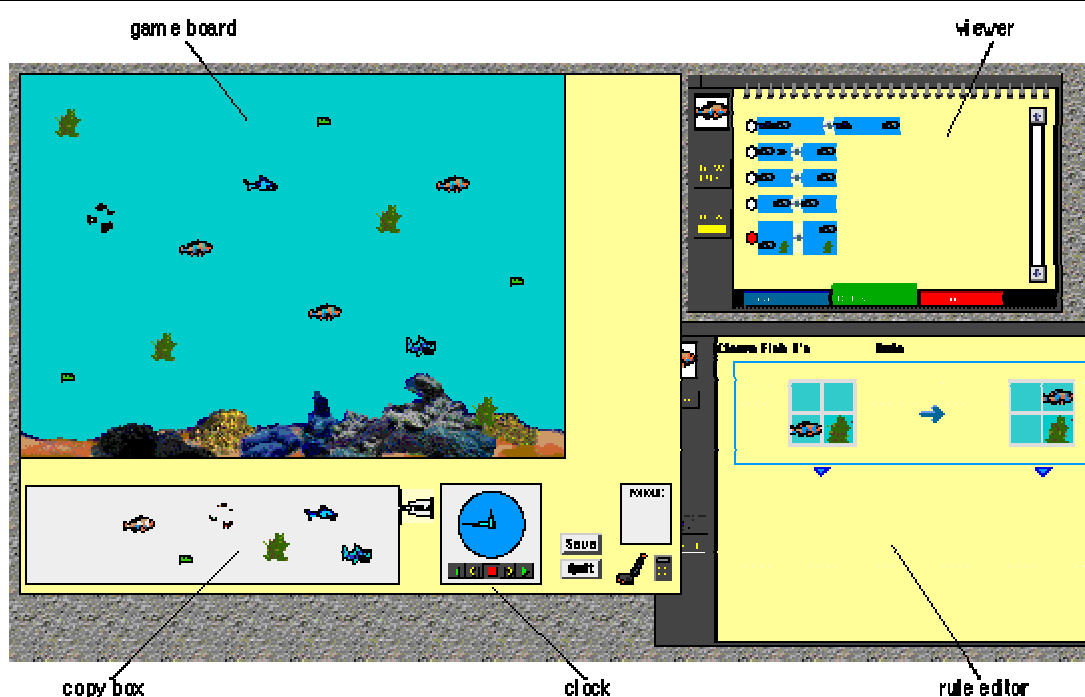
16.3. KidSim, Cocoa ja Stagecast Creator

David Smith ja Allen Cypher kehittivät KidSimin Applella vuoden 1994 tienoilla ratkaisuksi loppukäyttäjän, erityisesti lasten, ohjelmointiongelmaan. Tekijät itse mainitsevat kohde-ryhmäksi 5-18 -vuotiaat lapset, mutta Gilmore ja muut (1995) esittävät arviossaan KidSimistä ikähaarukaksi 10-13 -vuotta. Ohjelmaa kehitettiin edelleen Applella nimellä Cocoa. Vuonna 1997 Smith ja Cypher perustivat Larry Teslerin kanssa Stagecast-yrityksen. Sen tuotteena on nykyään Creator-nimen saanut versio samaisesta simulaatioympäristöstä. KidSim ja Cocoa olivat ainoastaan Macintosh-koneissa toimivia ohjelmia. Creator taas on toteutettu Javalla ja se toimii Macintoshin lisäksi myös Windows- ja Linux-PC:issä sekä Solaris-käyttöjärjestelmässä. Cocoalla tehtyjä simulaatioita on mahdollista katsella www-selaimessa erillisellä lisäohjelmalla (plugin). Creator-simulaatioita voi Creatorin lisäksi käyttää Javan avulla missä tahansa www-selaimessa, joka tukee Javaa. Cocoan ja Creatorin käyttäjille on tehty kokonaisia sivustoja, jossa käyttäjät voivat esitellä tekemiään simulaatioita sekä hakea itselleen uusia kokeiltavaksi ja myös muokattavaksi. (Cocoa FAQ 2001, Stagecast Software 2001)

Tässä raportissa käsitellään pääosin KidSimiä. Cocoa ja Stagecast Creator ovat visuaalisesti ja toiminnallisesti kehittyneempiä ja laajemmalle levinneitä kuin KidSim, mutta niistä on saatavilla vähemmän tieteellisiä arvioita kuin edeltäjästään.

KidSim-simulaatioympäristö koostuu seuraavista komponenteista (kuva 1):

- pelilauta (säännöllinen ruudukko, jossa simulaatio tapahtuu),
- simulaatiokello (aika on jaettu erillisiin "sykäyksiin" (clock tick), käy myös takaperin, "rajaton undo"),
- yksi tai useampia simulaatio-olioita (agentteja),
- kopiointilaatikko (agenttivarasto, josta uudet agentit luodaan pelilaudalle),
- sääntöeditori (täällä tapahtuu varsinainen ohjelmointi, ei kuitenkaan koodia kirjoittamalla, vaan agenttien suoralla manipuloinnilla) ja
- muutama muu komponentti (esim. agenttien piirtotyökalut, laskin ja pölynimuri, jolla agentteja poistetaan pelilaudalta).



Kuva 2: KidSimin käyttöliittymä (Smith *et al.* 1995).

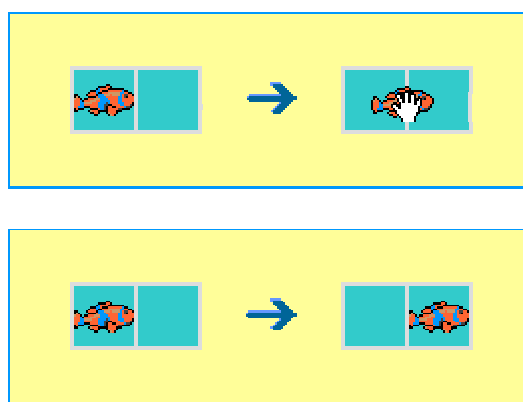
Simulaation rakentaminen KidSimillä aloitetaan luomalla yksi tai useampia agentteja. Niille piirretään graafinen hahmo ja mahdollisesti määritellään joitakin simulaatiossa tarvittavia ominaisuuksia, kuten nimi, ikä, paino jne. Agentit sijoitetaan kopiointilaatikkoon, josta niitä voidaan monistaa pelilaudalle. Agenttien toiminnallisuus määritellään luomalla niille (toiminta)sääntöjä sääntöeditorissa. Smith ja muut (1994) kuvaavat tätä kahden tekniikan yhdistämiseksi. Nämä tekniikat ovat graafiset muutossäännöt (*graphical rewrite rules*) ja esimerkkeihin perustuva ohjelmointi (*programming by demonstration / programming by example*).

Graafisilla muutossäännöillä tarkoitetaan jonkin pelilaudalla ilmenevän tilanteen ja siitä seuraavan lopputuloksen kuvaamista "ennen" ja "jälkeen" -kuvilla. Esimerkkeihin perustuva ohjelmointi on tässä tapauksessa simulaatioagenttien ohjelmointia manipuloiden niitä suoraan. Ideana on se, että käyttäjä tarvitsee näppäimistöä korkeintaan agenttien nimeämiseen

ja joidenkin arvojen syöttämiseen agentin ominaisuuksiin. Mitään ohjelmakoodia tai skriptiä ei ole näkyvässä missään vaiheessa simulaatiota rakennettaessa.

KidSimin agenteja siis ohjelmoidaan toimimaan erilaisissa tilanteissa tilannekohtaisten sääntöjen avulla. Kullakin agentilla voi olla useita sääntöjä. Simulaation ollessa käynnissä järjestelmä tarkastaa säännöt jokaisella kellon sykäyksellä, ja suorittaa ensimmäisen säännön, jonka "ennen"-osa toteutuu. Säännöt voi määrittellä koskemaan pelkästään yhtä agenttia, kaikkia saman tyyppin agenteja tai kaikkia olioita. Säännöllä on agenttia ympäröivä vaikutusalue (*spotlight*). Koko vaikutusalueen on oltava täsmälleen säännön "ennen"-osan kaltainen, jotta sääntö täsmäytyy ja sen toiminnot suoritetaan.

Yksinkertainen esimerkki säännöstä on sääntö, joka saa agentin liikkumaan pelilaudalla. Säännön "ennen"-osaksi määritellään tilanne, jossa agentti on ruudussa, jonka vieressä on tyhjä ruutu. "Jälkeen"-osaan määritellään tilanne, jossa agentti on siirtynyt alkuperäisestä ruudustaan tyhjään ruutuun (kuva 2). Alkutilanteen tulee olla täsmälleen sellainen, mikä "ennen"-osassa on määritelty. Sääntö ei toteudu, jos viereinen ruutu ei ole tyhjä, tai se on väärällä puolella agenttia. Määrittelyssä on otettava huomioon, ettei "ennen"-osassa ole valittu turhan suurta aluetta, koska esimerkiksi agentin siirtymiseen sivulle ei yleensä vaikuta se, mitä agentin ylä- tai alapuolella on.



Kuva 3: Yksinkertaisen liikkumissäännön luominen agentille (Smith *et al.* 1995).

Koska KidSim on geneerinen simulaatioympäristö, siinä voi määrittellä lähes rajattomasti erilaisia, monimutkaisiakin sääntöjä. Sääntöjä voi myös yhdistellä suuremmiksi kokonaisuuksiksi, kuten perinteisten ohjelmointikielien aliohjelmassa. Hieman edellä kuvattua monimutkaisempia sääntöjä ovat esim. säännöt tilanteeseen, jossa agentti kohtaa esteen liikkumiselleen ja kiertää sen, tai kahden agentin kohtaamiseen liittyvien tilanteiden säännöt (agenttien välinen vuorovaikutus).

Stagecast Creatorissa on mahdollista liittää simulaatioihin myös ääntä, digitoituja kuvia ja interaktiivisuutta käyttäjän kanssa. Sillä onkin tehty paljon pelejä ja multimediaesityksen kaltaisia simulaatioita (Stagecast Software 2001).

KidSimin ohjelmointiparadigma on melko yksilöllinen, mutta sillä on selviä yhteyksiä olio-ohjelmointiin. Agentit vastaavat olioita ja kopiointilaatikko toimii yhtäaikaan luokkana kaikille olioille. Lisäksi agenteilla on ominaisuuksia, jotka vastaavat olioiden jäsenmuuttujia, sekä toiminnallisuutta (sääntöjä), jotka vastaavat jäsenfunktioita. Agenteja voi lähteä kehittämään täysin alusta (metaforana savimöykky, josta agentti muokataan kuten muovailuvahasta), tai pohjaksi voi ottaa valmiin agentin, jonka ominaisuuksia muokataan halutun kaltaiseksi. Tämä

muistuttaa olio-ohjelmoinnin perintämekanismia. Sääntöjen tulkintajärjestyksen voi rinnastaa polymorfismiin. Taustalla ei välttämättä ole nimenomaan olioajattelun opettaminen, mutta nämä yhteydet ovat sinänsä loogisia, onhan olio-ohjelmointi ollut 90-luvulla suosituin ohjelmointiparadigma.

16.4. Arviointitutkimukset

Gilmore ja muut (1995) tutkivat KidSimiä 56 11-14 -vuotiaan lapsen kanssa KidSimin ollessa vielä beta-vaiheessa. Lapset käyttivät KidSimiä tutkijoiden kanssa 2-3 lapsen ryhmänä 2-12 tuntia kerrallaan 2 päivästä 3 viikkoon kestävä jakson aikana. Koska KidSimiä vielä kehiteltiin samaan aikaan, siihen ei ollut juurikaan dokumentaatiota, ja tutkijatkin olivat ehtineet käyttää KidSimiä vasta 2-3 viikkoa. Tutkimuksessa keskityttiin näistä syistä lähinnä käyttöliittymä-asioihin. KidSimin käyttötestien lisäksi lapset vastasivat kirjallisiin kysymyksiin, joilla pyrittiin selvittämään, ovatko lapset ymmärtäneet ohjelman toimintaperiaatteita.

Hieman myöhemmin Rader ja muut (1997) tekivät huomattavasti laajemman tutkimuksen KidSimistä. He painottivat tutkimuksessaan erityisesti KidSimin soveltuvuudetta opetuksen apuvälineeksi, eivät niinkään ohjelmoinnin oppimista. Tutkimukseen osallistui yhteensä 40 lasta, puolet peruskoulun 2./3.-luokkalaisia, puolet 4./5.-luokkalaisia. Tutkimus oli kaksiosainen. Ensimmäisellä jaksolla, joka kesti 6-8 viikkoa, lapset tutustuivat KidSimiin noin 45 minuuttia viikossa. Jakson aikana lapset opettelivat tekemään KidSimillä agenttihahmoja ja laittamaan ne määrittelemään niille sääntöjä, jotka saivat agentit liikkumaan. Toisella jaksolla lapset saivat tutkijoilta tehtäviä, jotka heidän piti toteuttaa KidSimin avulla. Tehtävät koskivat erilaisten tieteellisten ilmiöiden esittämistä simulaatioina.

KidSimin perusasioiden (agenttien luominen, yksinkertaisten liikkumiseen liittyvien sääntöjen määrittely) oppiminen on lapsellekin helppoa. Tutkijat halusivatkin selvittää, miten lapset pystyvät hahmottamaan tiedeongelmiaan KidSimin avulla, eli käyttämään simulaation ohjelmointia konstruktivistisen oppimisen välineenä. Jonkin ilmiön esittäminen simulaationa KidSimissä vaatii ilmiön ymmärtämistä ja jäsentämistä sekä jäsenyyksen esittämistä KidSimin avulla. Tutkijoiden mukaan käyttäjän on hahmotettava yksittäiset toiminnot (*actions*) graafisissa muutossäännöissä, sääntöjen tulkintajärjestys, kuvallinen täsmääminen (*picture matching*, säännön käynnistävän tilanteen syntyminen) sekä agenttien välinen vuorovaikutus voidakseen tuottaa monimutkaisia simulaatioita KidSimillä. Kehittyneempiin simulaatioihin tarvitaan vielä aliohjelmien ja agenttien ominaisuuksien merkityksen ymmärtäminen.

Näiden piirteiden hahmottamista tutkittaessa metodina käytettiin kymmenen KidSimin perusominaisuuksia koskevan tehtävän sarjaa. Tehtävät jaettiin kolmeen osatehtävään: ennustamiseen (esim. "Mitä tapahtuu, kun simulaatio käynnistetään?"), selitykseen (esim. "Mikseivät agentit liiku?") ja korjaukseen ("Miten saamme tämän agentin liikkumaan?"). Jokaisessa tehtävässä ei ollut kaikkia kolmea osatehtävää. Tehtävien sisältö oli seuraava:

1. Yksittäinen toiminto (liike oikealle)
2. Yksittäinen toiminto (liike alas)

3. Sääntöjen tulkintajärjestys (kaksi sääntöä määritelty)
4. Sääntöjen tulkintajärjestys ja toiminto yhdessä (ensimmäisen sääntö ei tee mitään, haluttiin testata huomaavatko lapset tällaisen "virhetilanteen")
5. Kuvallinen täsmääminen (kaksi hieman samannäköistä agenttia, joista vain toiselle on määritelty sääntö tiettyyn tilanteeseen)
6. Agenttien välinen vuorovaikutus (agentti estää toisen liikkumisen)
7. Agentin vuorovaikutus simulaatioympäristön kanssa (ympäristö estää agentin liikkumisen)
8. Sekventiaalinen aliohjelma (agentin kulku ympyränmuotoista reittiä)
9. Satunnainen aliohjelma (agentin kulku satunnaista reittiä)
10. Agentin ominaisuus (säännön käynnistyminen pelkän ominaisuuden perusteella)

Kymmenosaisen testin lisäksi tutkijat tutkivat lasten tekemiä simulaatioita (molemmilta jaksoilta). Simulaatioista laskettiin niissä käytettyjen KidSimin piirteiden lukumääriä ja tällä tavoin pyrittiin selvittämään, mitkä piirteet ovat tärkeimpiä ja/tai helppoja ymmärtää.

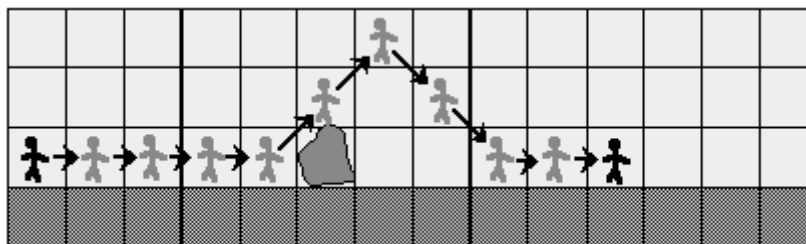
16.5. Tuloksia

Molemmissa arviotutkimuksissa havaittiin, että lapset pitivät paljon KidSimin käytöstä. Innostuksesta huolimatta ohjelmointikäsitteiden oppiminen KidSimin avulla ei kuitenkaan ollut helppoa kummankaan tutkimuksen mukaan.

Sessioiden päättyessä lapset olivat pahoillaan ajan loppumisesta ja halusivat tulla uudelleen käyttämään KidSimiä. Lapset myös esittelivät simulaatioitaan ja KidSimiä innokkaasti toisilleen. Jotkut jaksivat rakentaa saman simulaation jopa kolmeen kertaan (á 30 min), kun vielä kehitysvaiheessa ollut järjestelmä kaatuili ja hukkasi tehdyt simulaatiot. (Gilmore *et al.* 1995)

Myös Rader ja (1997) muut raportoivat lasten innostusta ja ylpeyttä omista saavutuksista ensimmäisen vaiheen (tutustumisen) aikana. Toisella jaksolla nuoremman ryhmän lapset olivat toistuvasti pyytäneet saada palata vapaaseen simulaatioiden luomiseen tiedeprojektien sijaan.

Lapsilla ei KidSimin käytön jälkeen ollut käsitystä taustalla olevista ohjelmointikäsitteistä Gilmoren ja muiden (1995) mukaan. Lasten luomukset muistuttivat usein kuvan 3 tapaan enemmän animaatioita kuin toiminnallisia tietokoneohjelmia. Tähän viittasi mm. se, että sääntöjen vaikutusalueeseen otettiin usein mukaan tarpeettoman paljon ympäröiviä ruutuja, joilla ei ollut säännön toiminnan kannalta merkitystä, mutta jotka vaikuttivat sääntöjen kuvalliseen täsmäämiseen simulaatiotilanteissa. Haastatteluissa kävi ilmi, että lapset luulivat, ettei ympäröivillä tyhjillä ruuduilla ole merkitystä säännön kannalta, vaikka tosiasiaa KidSim täsmää tyhjän ruudun vain tyhjän ruutuun. Tästä tulee mieleen, että sääntöeditoriin voisi lisätä ominaisuuden, jolla vaikutusalueella olevia ruutuja voisi määritellä sellaisiksi, että ne saisivat sisältää mitä tahansa. Tämä lisäisi yleiskäyttöisten sääntöjen luontimahdollisuuksia.



Kuva 4: Sääntö, joka muistuttaa enemmänkin animaatiota (Gilmore *et al.* 1995).

Tutkimukseen kuuluneiden 40-80 minuuttia kestäneiden käyttökertojen tuloksena simulaatioihin saatiin aikaan keskimäärin 8 sääntöä (vaihteluväli 3-15). Osa säännöistä oli lasten itse keksimiä, osa oli tutkijoiden ehdottamia. Keskimääräinen vaikutusalueen koko oli tutkijoiden antamissa tehtävissä 5,5 ruutua, kun se lasten itse keksimissä simulaatioissa oli 36 ruutua (vaihteluväli 8-60). Redundanttien ruutujen määrä oli annetuissa tehtävissä 2,5, lasten omilla simulaatioissa 14. Molemmissa tapauksissa redundanttien ruutujen osuus oli n. 40 %. Annettuihin tehtäviin tehdyissä säännöissä oli keskimäärin 1,1 toimintoa, lasten omilla 3,1. Kirjallisissa tehtävissä lapset vastasivat oikein keskimäärin seitsemään kysymykseen kymmenestä. (Gilmore *et al.* 1995)

Lasten tekemiä simulaatioita tutkittaessa kävi ilmi, etteivät lapset juurikaan palanneet luomiensa sääntöjen pariin. Jos aiemmin tehtyä sääntöä tarvittiin uudelleen, tyypillisin ratkaisu oli tehdä sääntö uudelleen alusta alkaen. Lapset eivät myöskään pyrkineet korjaamaan virheitä säännöissä, vaan ongelmatilanteessa aloittivat säännön luomisen alusta. (Gilmore *et al.* 1995)

Raderin ja muiden (1997) kymmenen tehtävän kokeessa saatiin taulukon 1 mukaisia tuloksia. Taulukossa on esitetty oikeiden vastausten prosenttiosuudet KidSimin perusominaisuuksien ymmärtämistä mittaavassa testissä ikäryhmittäin. Viiva tarkoittaa, että mainitussa tehtävässä ei ollut kyseistä osatehtävää. Ikäryhmien väliset merkittävät erot on merkitty tähdellä (*).

Tehtävä	2. / 3. luokka			4. / 5. luokka		
	Ennustus	Selitys	Korjaus	Ennustus	Selitys	Korjaus
Yksittäinen toiminto (oikealle)	20	56	-	60*	90*	-
Yksittäinen toiminto (alas)	-	53	-	-	60	-
Sääntöjen tulkintajärjestys	30	-	5	5	-	15
Sääntöjen tulkintajärjestys ja toiminto	10	29	-	15	70*	-
Kuvallinen täsmääminen	11	15	35	15	68*	80
Agenttien välinen vuorovaikutus	5	20	-	5	45	-
Agentin vuorovaikutus ympäristön kanssa	63	10	-	88	50*	-
Sekventiaalinen aliohjelma	15	-	-	18	-	-
Satunnainen aliohjelma	17	0	-	50*	75*	-
Agentin ominaisuus	0	41	39	0	47	55

Taulukko 1. Oikeiden vastausten prosenttiosuudet (Rader *et al.* 1997).

Huolimatta eksplisiittisestä ohjeesta katsoa määriteltyjä sääntöjä monet lapset arvasivat vastauksensa, joko reaalimaailman kokemusten tai KidSimin aiemman käyttökokemuksen perusteella. Varsinkin nuorempien lasten vastaukset olivat myös joskus tulkinnanvaraisia.

Raderin ja muiden (1997) mukaan 4./5.-luokkalaista suurin osa ymmärsi sääntöjen kontrolloivan agenttien käyttäytymistä, yksinkertaisten (liikkumis)sääntöjen merkityksen, ulkomuodon vaikutuksen käyttäytymiseen, satunnaisuuden käsitteen ja ominaisuuksien muokkaamisen. Alle puolet ymmärsi miten sääntöjen valintajärjestys toimii, miten agentit ovat vuorovaikutuksessa keskenään (tosin he tiesivät agenttien olevan ylipäätään vuorovaikutuksessa keskenään) sekä sekventiaaliset aliohjelmat. Hyvin harvat lapset käsittivät, miten agenttien ominaisuuksia hyödynnetään säännöissä.

Nuoremmat lapset (2./3.-luokkalaiset) ymmärsivät sääntöjen kontrolloivan agenttien käyttäytymistä (joskaan he eivät aina tienneet tarkkaan, miten tämä tapahtuu) ja yksinkertaisten liikkumissääntöjen merkityksen. Alle puolet tämän ryhmän lapsista ymmärsi muita yllä lueteltuja KidSimin piirteitä.

Lapset eivät siis ymmärtäneet kovinkaan laajasti KidSimin toimintaperiaatteita. Rader ja muut (1997) luettelevat muutamia mahdollisia syitä tälle:

- kokemusperäinen päättely (rinnastaminen reaalimaailmaan),
- antropomorfismi (lapset olettavat tietokoneen tulkitsevan kuvia samoin kuin he itse),
- holistinen näkökulma (skenaariota ei osata jäsentää tekijöihin),
- kertova näkökulma (simulaatioiden sijaan luodaan animaatioita) ja
- tarkkuuden puute (eksaktius tuottaa lapsille ongelmia).

Myös Rader ja muut (1997) tutkivat sääntöjen määrää lasten tekemissä simulaatioissa. Havaittiin, että vanhemman ryhmän lapset tekivät enemmän sääntöjä kuin nuoremmat. Ensimmäisen jakson (tutustumisen) projekteissa molemmat ikäluokat käyttivät enemmän sääntöjä kuin toisen jakson tiedeprojekteissa. 2./3.-luokkalaisten tiedeprojekteissa 17 ryhmästä 6 ei käyttänyt lainkaan sääntöjä. Ensimmäisen jakson projekteissa 2./3.-luokkalaisten ryhmät tekivät keskimäärin 5,6 sääntöä per projekti, 4./5.-luokkalaiset 13,5. Vastaavasti tiedejaksolla nuoremmat tekivät keskimäärin 4, vanhemmat 16 sääntöä per projekti.

KidSimin kehittäjät itsekin myöntävät, ettei KidSim ratkaise loppukäyttäjän ohjelmointi-ongelmaa kokonaisuudessaan. He ovat myös esittäneet ajatuksen KidSimin laajentamisesta aikuisia kiinnostavammaksi "AdultSimiksi". Toistaiseksi sellaisesta ei ole tietoa, mutta tutkijat uskovat, että periaatteet, jotka KidSimin yhteydessä määriteltiin, ovat ehtoina onnistuneen loppukäyttäjän ohjelmointijärjestelmän toteuttamiselle. (Smith *et al.* 1994)

16.6. Parannusehdotuksia

Koska Gilmoren ja muiden (1995) tutkimus tehtiin jo KidSimin kehittelyvaiheessa, tutkimuksen parannusehdotukset on jo toteutettu KidSimiin ja sen seuraajiin. Tutkijat ehdottivat

- ohjelman nopeuttamista (testiversio vaati koneelta paljon laskentatehoa ja muistia),

- sääntöjen soveltamista kaikkiin saman tyyppin agentteihin (aluksi sääntö koski vain sitä agentti-ilmentymää, jolle sääntö luotiin) ja
- agenttien talletusmahdollisuutta ja mahdollisuutta tuoda agenteja toisista simulaatioista.

Rader ja muut (1997) pohtivat, miten esimerkkeihin perustuva ohjelmointi pystytään muuntamaan helposti tunnistettavaan ja ymmärrettävään visuaaliseen esitysmuotoon. Joskus "ennen" ja "jälkeen" -kuvia vertailemalla on vaikeaa tai jopa mahdotonta nähdä, mitä toimintoja sääntö saa aikaan. Tutkijat esittävät ratkaisuksi "Toista tämä sääntö" -painiketta, jolla käyttäjä näkisi, mitä sääntö todellisuudessa tekee.

Joskus on vaikea havaita ovatko kaikki säännön laukaisevat ehdot voimassa. Tähän ehdotettiin piirrettä, joka korostaisi KidSimin käyttöliittymässä ne ehdot, jotka eivät ole voimassa (Rader *et al.* 1997).

Sääntöjen valintajärjestys tulisi mukaan saada eksplisiittisemmäksi. Tämä voitaisiin toteuttaa joko lisäämällä sääntöluettelon viereen sarake, joka kertoisi, mikä säännöistä testataan ensin, mikä toisena jne. Painike, jolla voisi simuloida säännön valintaprosessia, saattaisi tutkijoiden mukaan olla vielä tehokkaampi (Rader *et al.* 1997).

Rader ja muut (1997) kaipasivat myös visualisointia sille, miten KidSim ratkaisee sääntöjen vertailujärjestyksen, kun kaksi agenttia on vuorovaikutuksessa keskenään.

16.7. Pohdintaa

KidSimillä ohjelmointia haluttiin käyttää välineenä tiedeprojektien toteuttamisessa, mutta kuitenkin oppilaille annettiin vain pinnallinen ohjeistus KidSimin käyttöön (Rader *et al.* 1997). Olisivatko huonoiksi jääneet tulokset olleet parempia, jos lapsia olisi opetettu laajemmin KidSimin käyttöön? KidSimin tarkoitus ei välttämättä ole olla 100 % intuitioon perustuva ympäristö, koska sillä on mahdollista luoda melko monimutkaisiakin simulaatioita. Tutkijat kertovat aikovansa jatkossa perehdyttää oppilaita enemmän sekä ohjelman ominaisuuksiin että ongelmien mallintamiseen. Tuntuu hieman oudolta, ettei tätä tehty jo ensimmäisellä kerralla. Esimerkiksi Gilmore ja muut (1995) viittaavat tutkimustuloksiin (Linn & Dalbey 1985), joissa korostetaan opettajien antamien esimerkkiratkaisujen keskeisyyttä lasten ohjelmoimiaan oppimisessa.

Arviointien tuloksiin tulee suhtautua hieman varauksellisesti, koska useaan otteeseen kävi ilmi, että varsinkin nuoret lapset ilmaisivat itseään melko epämääräisesti, eli virhetulkintoja on saattanut tapahtua. Oma kysymyksensä on myös se, mittasivatko arvioijien testit KidSimiä oikein ja tarpeeksi laajasti.

Molemmissa arvioinneissa havaittu kerronnallinen näkökulma (animaatioiden tuottaminen) saattaa juontaa juurensa siitä, että yksinkertainenkin simulaatio on KidSimissä lähes aina myös animaatio. Lisäksi KidSimissä voi itse piirtää hahmoja simulaatioagenteilleen. Nämä seikat saattavat antaa lapselle sen kuvan, että animaatiot ovat nimenomaan KidSimin käyttötarkoitus. Gilmore ja muut (1995) toteavat myös, että KidSimin käyttöliittymä on jopa

liian yksinkertainen, eikä ohjelma tarjoa tukea ohjelmoinnin käsitteiden ja abstraktioiden oppimiselle.

Oli ohjelmointiympäristö miten helppokäyttöinen tahansa, ohjelmoijan on jossain vaiheessa opittava ohjelmoinnin käsitteitä ja periaatteita, ainakin implisiittisesti. Näitä ovat mm. täsmällisyys, peräkkäisyys, ehdollisuus, logiikka, toisto ja muuttujat. Näiden hahmottaminen voi olla varsinkin pienille lapsille hyvin haastavaa, kuten arviointitutkimuksissakin havaittiin. Esim. Electronic Blocksin kaltaiset lelut auttavat lasta oppimaan tämänkaltaisia käsitteitä ilman monimutkaista ohjelmointiympäristöä. (Majaranta, tässä raportissa).

Pitääkö sitten kaikkien osata ohjelmoida? Tietokonemaailmassahan on jo pitkään menty juuri päinvastaiseen suuntaan: pieni osa käyttäjistä tuottaa sovelluksia, joita kaikki käyttäjät käyttävät. Millä käyttäjäryhmillä on ylipäänsä tarvetta ohjelmoida koneella mitään? Simulointi voi olla tarpeellista esim. monilla luonnontieteen aloilla, mutta tarvitseeko vaikkapa tietokonetta töissään käyttävä kirjailija ohjelmointimahdollisuuksia?

Lähdeluettelo

- Cocoa FAQ (2001). <http://members.aol.com/schmucker1/cocoa_faq.html>. Viitattu 9.12.2001.
- Gilmore, D. J., Pheasey, K., Underwood, J., Underwood, G. (1995). Learning graphical programming: An evaluation of KidSim™. *Proceedings of Human-Computer Interaction Interact'95*, 145-150.
- Linn, M. & Dalbey, J. (1985). Cognitive consequences of programming instruction. *Educational Psychologist*, 20(4) , 191-206.
- Papert, S. (1970). Teaching Children Thinking. *Mathematics Teaching*.
- Rader, C., Brand, C., Lewis, C. (1997). Degrees of Comprehension: Children's Understanding of a Visual Programming Environment. *Proceedings on the CHI 1997 conference on Human factors in computing systems*, 351-358.
- Smith, D. C., Cypher, A. (1995). KidSim: Child Constructible Simulations. *Proceedings of the Imagina '95 Conference*, 87-99.
- Smith, D. C., Cypher, A., Spohrer, J. (1994). KidSim: Programming Agents without a Programming Language. *Communications of the ACM*, 37(7), July 1994, 54 - 67.
- Stagecast Software (2001). <<http://www.stagecast.com/>>. Viitattu 9.12.2001.

17. Kaksi hiirtä, yksi tietokone: lasten yhteistoiminnan tukeminen

Johanna Sommers-Piironen

17.1. Johdanto

Nykyaikaisen tietoyhteiskunnan tehokkaat toimintatavat perustuvat elinikäiseen oppimiseen ja oppimisen taitojen oppimiseen. Useissa työpaikoissa ja oppilaitoksissa edellytetäänkin toimimista ryhmissä keskustellen ja työskennellen kohti yhteistä päämäärää. Vallitsevat kasvatus- ja oppimiskäsitykset painottavat oppijoiden yhteistoiminnallisuutta ja jokaisen yksilön aktiivista roolia omassa tiedon rakentelu- eli oppimisprosessissa (esim. Tynjälä 1999).

Tietotekniikka tarjoaa paljon mahdollisuuksia tukea ja helpottaa ihmisten vuorovaikutusta ja yhteistoiminnallisuutta (esim. Hakkarainen *et al.* 2000). Benfordin ja muiden (1999) mukaan nykyiset käyttöliittymät eivät tue kouluissa jo yleisesti käytettäviä yhteistoiminnallisia pari- tai ryhmätyöskentelytapoja, joissa oppilaat jakavat työskennellessään yhden ja saman tietokoneen. Vaikka oppijoiden yhteistoimintaa tukevia teknologisia ympäristöjä on kehitetty, esim. virtuaalisia verkkoryhmätyöympäristöjä, tietokoneiden käyttöympäristöjen suunnittelu perustuu kuitenkin edelleen olettamukseen, että kutakin tietokonetta käyttää vain yksi ihminen kerrallaan. **Single Display Groupware** (SDG)- tutkimusalue onkin pyrkinyt löytämään tapoja, joilla kaksi tai useampi ihminen voisi työskennellä yhteistoiminnallisesti jakaen saman näyttöruudun. (Bederson *et al.* 1999.)

Inkpen ja muut (1995) ovat tutkimuksissaan todenneet lasten mielellään kerääntyvän yhteen työskentelemään saman tietokoneen ympärille. Hyvin käytännönläheisessä, Tietokone Varhaiskasvatuksessa (TIVA) -projektissa tamperelaisissa päiväkodeissa vuosina 1996-2000 havaittiin myös lasten luontainen taipumus kerääntyä saman tietokoneen ääreen työskentelemään sekä neuvomaan ja opettamaan toisiaan (TIVA- loppuraportti 2000). Inkpen ja muut ovat myös kokeellisissa tutkimuksissaan osoittaneet lasten onnistuneen esim. ongelmanratkaisutehtävissä paremmin ja olleen motivoituneempia työskentelyyn silloin, kun he ovat työskennelleet yhdessä saman tietokoneen äärellä. (Inkpen *et al.* 1995)

Tässä luvussa selvitetään tarkemmin teknologian mahdollisuuksia tukea kahden tai useamman käyttäjän yhteistoiminnallisuutta ja vuorovaikutusta yhden tietokoneen ympäristössä. Luvussa käsitellään tutkimuksia, joita on tehty kahdesta jaettua tietokonenäyttöä ja kahta hiirtä hyödyntävästä yhteistoiminnallisuutta tukevasta käyttöliittymästä. Toiseen näistä sovelluksista, KidPadiin, perehdytään tarkemmin käsitellen myös käyttöliittymän kehittämisprosessia, kun taas toista, Alien Pattern -ongelmanratkaisupeliä kuvataan lähinnä lasten yhteistoiminnallisen vuorovaikutuksen tutkimusympäristönä.

KidPad-sovelluksen kehittäjien tarkoituksena on ollut uuden teknologian suomien mahdollisuuksien hyödyntäminen uusien oppimisympäristöjen luomisessa. KidPad onkin toistuvien kehittämisvaiheiden, joissa myös lapset ovat alusta alkaen olleet mukana, kautta muovautunut kahden hiiren yhtäaikaista käyttöä hyödyntäväksi hypermedia-tarinankerrontavälineeksi, joka edistää lasten välistä vuorovaikutusta ja yhteistyötä. (Druin *et al.* 1997.)

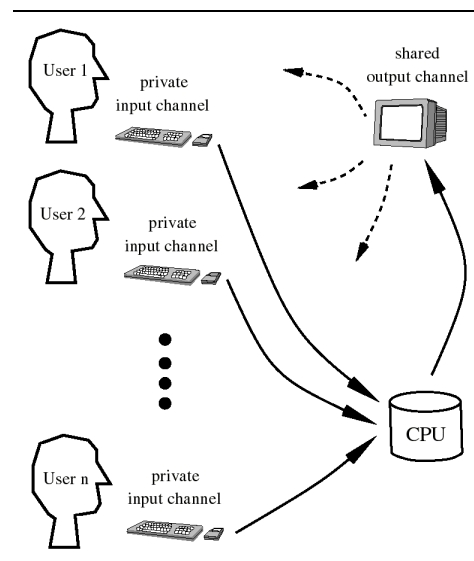
Alien Pattern -ongelmanratkaisupelin käytön yhteydessä tutkittiin lasten sitoutumisen ja aktiivisuuden tasoa heidän työskennellessään yhden ja kahden hiiren samanaikaisen työskentelyn mahdollistavissa tietokoneympäristöissä. Lasten huomattiin olevan aktiivisempia ja sitoutuneempia työskentelyyn, kun parin molemmat lapset saivat työskennellä hiirellä yhtä aikaa. (Inkpen *et al.* 1997.)

17.2. Taustaa

Tietokoneen mahdollisuuksia toimia yhteistoiminnallisuutta tukevana välineenä on tutkittu ja kehitelty vuosien varrella. Etäällä toisistaan työskentelevien ryhmien virtuaalisen yhteistyön tukemiseen on luotu monenlaisia verkkoympäristöjä, joissa yksittäinen ryhmän jäsen työskentelee kuitenkin edelleen yksin tahollaan yhdellä tietokoneella. Samassa tilassa toteutettavia ryhmätyöjärjestelmiäkin on kehitetty, mutta nämä ovat vaatineet yleensä useita ja kalliita laitteita sekä ohjelmistoja, eivätkä näin ollen ole olleet välttämättä kaikkien, esim. koulujen, helposti ja realistisesti saavutettavissa. Näin esimerkiksi koulujen ja lasten käyttöön on ollut tarpeen kehitellä yhden tietokoneen ympäristöön soveltuvia vaihtoehtoja tietokonetuetun yhteistoiminnan tukemiseen (*Computer Supported Collaborative Work, CSCW*). (Bederson *et al.* 1999.)

Käyttäjien yhteistoiminnallisuutta samassa tilassa tukevia tietokoneympäristöprojekteja ovat olleet XeroxPARC'in jaetut työpöydät sekä elektroniset kokoushuoneet (The CoLab) sekä yhteiset elektroniset valkokankaat (The Liveboard). Järjestelmät vaativat kalliita ja erityisiä laitteita, ja erilaisten soveltuvien ohjelmien puute vähensi myös niiden käyttöä. (Bederson *et al.* 1999.)

Tutkijat määrittelevät Single Display Groupware (SDG) -sovellukseksi (kuva 1) ohjelman, joka tekee mahdolliseksi samassa tilassa työskentelevien käyttäjien yhteistoiminnan (*collaboration*) yhden jaetun näytön ja useamman samanaikaisen syöttölaitteen käytön avulla (Bederson *et al.* 1999). Usean samanaikaisen käyttäjän järjestelmiä on suunniteltu erilaisin variaatioin. Osa järjestelmistä mahdollisti ryhmän jäsenten työskentelyn saman tietokoneen ääressä (esim. MMM- ja Colt- ympäristöt), kun taas toisissa (esim. The Pebbles-projekti ja Rekimoton "Pick and Drop") ryhmän jäsenet käyttivät PDA-laitteita syöttölaitteena esimerkiksi jaetulle näytölle (Stewart *et al.* 1999).



Kuva 1. Single Display Groupware (Stewart *et al.* 1999).

Aiemmissa projekteissa työskennelleiden ryhmien jäsenet eivät välttämättä päässeet käyttämään tietokonetta ja työstämään yhteistä tehtävää samanaikaisesti, vaikka heillä olisikin ollut käytettävissään oma syöttölaitteensa kullakin. Inkpen ja muut (1995a, 1995b, 1997) ovat tutkimuksissaan kuitenkin todenneet, että tarjoamalla jokaiselle ryhmän jäsenelle oma, erillinen syöttölaite ryhmän työskentely saman näytön ääressä voi parantaa merkittävästi heidän oppimissaavutuksiaan, vaikka vain yksi syöttölaite kerrallaan voisikin olla aktiivisena.

Tässä artikkelissa tulee esille kaksi tutkijakuntaa, toinen Yhdysvalloista ja toinen Kanadasta. Yhdysvaltalaiset Druin, Bederson, Stewart ja kollegansa ovat suunnitelleet ja kehittäneet yhdessä lasten kanssa niin SDG-sovelluksia kuin muitakin käyttöliittymiä, jotka rohkaisevat lapsia suunnitteluun ja yhteistoimintaan tietokoneen parissa. Esimerkkeinä voisi mainita KidPadin lisäksi SearchKids ja PETS (Honko, tässä raportissa; Illi, tässä raportissa). Yhdysvaltalaiset ovat tehneet yhteistyötä myös brittiläisten ja ruotsalaisten kanssa KidStory-projektissa. Projektissa on kehitetty tarinankerronnan välineitä alkaen KidPadin pohjalta päätyen huonekokoiisiin reaktiivisiin tiloihin, joissa sekä fyysisiä että virtuaalisia tarinankerronnan välineitä voidaan sijoitella tarinaksi, jossa lapset voivat liikkua vaikuttaen tarinaan mm. liikkein ja elein (KidStory 2001).

Kanadalaiset tutkijat, Inkpen, Booth ja kollegansa ovat tutkineet tarkemmin mm. erilaisia hiirenkäyttötapoja (esim. Kuussalo, tässä raportissa) sekä lasten keskinäistä vuorovaikutusta ja työskentelyä erilaisissa tietokoneympäristöissä, esim. yksi hiiri vs. kaksi hiirtä kahdella erilaisella kontrollointiprotokollalla (Inkpen *et al.* 1995a, 1995b, 1997).

17.3. KidPad – kahden hiiren syötettä hyödyntävä sovellus

KidPad on yhteistyössä lasten kanssa suunniteltu yhteistoiminnallinen työväline piirtämiseen ja tarinankerrontaan. Ohjelma tarjoaa monipuolisia mahdollisuuksia toimia yhteistyössä ja

vuorovaikutuksessa toisten lasten kanssa. Halutessaan lapsi voi työskennellä myös yksinkin, sillä ohjelman käyttö ei edellytä yhteistoiminnallisuutta.

Käyttöliittymän ominaisuudet

KidPad-käyttöliittymä koostuu zoomattavasta piirtoalueesta sekä erilaisista piirto- ja muokausvälineistä. KidPadin työkalut on järjestetty kolmeen työkalulaatikkoon, joissa jokaisella työkalulla on oma paikkansa. Työkalulaatikoita voidaan avata ja sulkea toisistaan riippumatta, avoimen työkalulaatikon käytettävissä olevat työkalut levittyvät riviin piirtoalueelle. KidPad-sovelluksen versiossa -0.9 työkalut ovat aikaisempien versioiden tapaan sijoitettu riviin piirtoalueen alareunaan (kuva 2a), sen sijaan uusimmassa versiossa -1.0 osa työkaluista avautuu jonoon piirtoalueen vasempaan reunaan (kuva 2b).



Kuva 2a. KidPad- 0.9

Kuva 2b. KidPad- 1.0

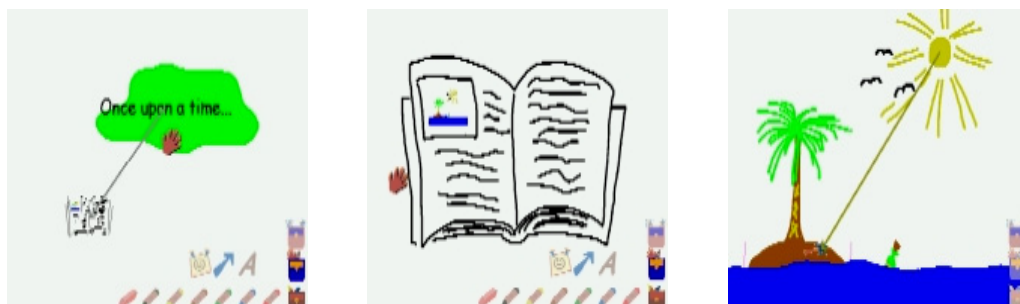
KidPad-ohjelmassa voidaan zoomailla piirtoaluetta lähemmäksi ja kauemmaksi ja näin piirtää hyvinkin pieniä yksityiskohtia monelle tasolle, esimerkiksi ensin piirrettyjen kuvien sisälle (kuva 3). Sekä kuvanäyttöjä että yksittäisiä yksityiskohtia, piirroksia ja tekstejä, voidaan myös linkittää yhteen linkitystyökalulla, jolloin saadaan luotua hypertekstimäisiä tarinoita.



Kuva 3. KidPadin näyttöjen sarja zoomattuna eräästä tarinasta (Benford *et al.* 1999).

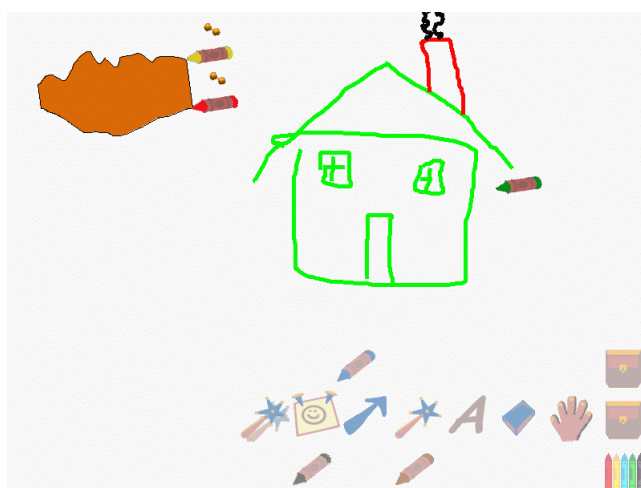
Esimerkiksi valitussa kuvasarjassa (kuva 4) on ensin KidPadin näkymä, jossa on tarina hyperlinkkeineen ja työkaluineen. Kuvasarjan toisessa kuvassa hyperlinkin päätepiiste on

zoomattu näytölle. Kolmannessa kuvassa on tarinan seuraava näyttö. Taikasauvalla on vedetty hyperlinkki auringosta saareen. Tarpeettomat työkalut on suljettu työkalulaatikkoon näytöltä.



Kuva 4. Kolmen näkymän sarja KidPadin hyperlinkkiominaisuudesta (KidPad, 2001).

KidPad-ohjelmassa on mahdollista hyödyntää kahden hiiren ja kahden kursorin samanaikaista yhteistoiminnallista käyttöä samalla näytöllä. Jokainen hiiri käyttää ja ohjaa omaa työkaluaan, joita voidaan myös kopioida niin, että jokainen voi käyttää haluamaansa työkalua. Osassa KidPadin työkaluista on mahdollisuus kahden hiiren yhteistoiminnan tuomiin lisäominaisuuksiin. Kahden värikynän käyttö lähkekkäin täyttää kynien välin kyseisten värien sekoituksella, esimerkiksi keltainen ja punainen kynä yhteistoiminnallisesti käytettynä tuottaa oranssia väriä viivojen väliin (kuva 5).



Kuva 5. Työkalujen yhteistoiminnallinen käyttö.

Sovelluksen kehittämisen lähtökohdat

Tutkijoiden ja KidPad-ohjelman kehittäjien tarkoituksena on ollut uuden teknologian suomien mahdollisuuksien hyödyntäminen uusien oppimisympäristöjen luomisessa lapsille. Tavoitteena näiden uusien oppimisympäristöjen kehittämisessä on ollut Druinin ja muiden (1997) mukaan:

- kehittää visuaalista ja verbaalista lukutaitoa tukeva integroitu oppimisympäristö,
- oppijoiden oman tiedonrakentelun tukeminen, ja
- kehittää menetelmiä, jotka auttavat ymmärtämään paremmin sitä, mitä lapset haluavat tai tarvitsevat käyttäessään uutta teknologiaa.

KidPad-ympäristön myöhemmissä kehittely- ja tutkimusprosesseissa on panostettu erityisesti siihen, miten lapsia voitaisiin kannustaa ja houkuttaa tutkimaan yhteistyömahdollisuuksia toisten lasten kanssa pakottamatta heitä siihen. Kannustaminen yhteistyöhön on nähty asiana, joka on enemmän kuin vain yhteistyömahdollisuuksien tarjoaminen. Tarkoituksena on siis ollut saada lapset itse havaitsemaan yhteistyön tuomat edut, esimerkiksi mahdollisuus uusien piirrosten ja efektien luomiseen tarinoissa. (Benford *et al.* 1999.)

KidPadin kehittyneempää, kahden hiiren käyttöliittymää on käytetty rinnan yhtä hiirtä käyttävän KidPadin että KidPix-piirto-ohjelman kanssa tutkittaessa lasten yhteistoiminnallisuutta ja sen laatua yhden ja useamman hiiren ympäristöissä (Stewart *et al.* 1998). Saatuja tuloksia on hyödynnetty jälleen SDG- sovellusten kehittämistyössä.

Suunnitteluprosessi

KidPad-ohjelmaa on kehitetty Yhdysvalloissa usean vuoden ajan monitieteellisissä ja eri sukupolvien välisissä tutkimusprojekteissa, joissa on ollut mukana kasvatustieteilijöitä, peruskoululaisia ja näiden opettajia sekä tietojenkäsittelytieteilijöitä. Yhteistyön tarkoituksena on ollut käyttää tietojenkäsittelytieteen tutkijoiden tuottamaa uutta teknologiaa ja muiden eri alojen asiantuntijoiden tietoja apuna luotaessa uusia oppimisympäristöjä peruskoululapsille. Tavoitteena on ollut kehittää tehokas intuitiivisella zoomausmahdollisuudella varustettu digitaalinen väline tukemaan lasten oppimisympäristöä. (Druin *et al.* 1997.)

Lapsille tarkoitetun oppimisympäristön kehittämisessä haluttiin tarkasti tietää, mitä ja miksi lapset uudelta teknologialta haluavat. Asia ei olisi selvinnyt pelkästään lapsia havainnoimalla, joten tutkijat lähtivät kehittämään sellaisia oppimisympäristöjen suunnittelumenetelmiä, joita voitiin käyttää yhdessä lasten kanssa (Druin *et al.* 1999). Näistä lähtökohdista aloitettiin syksyllä 1995 yhteistyöprojekti New Mexicon yliopiston Tietojenkäsittelytieteiden, Kasvatustieteiden sekä paikallisen peruskoulun opettajien ja koululaisten kesken. Lapsia oli tuolloin mukana 48 ja he olivat iältään 8-10-vuotiaita (Druin *et al.* 1997).

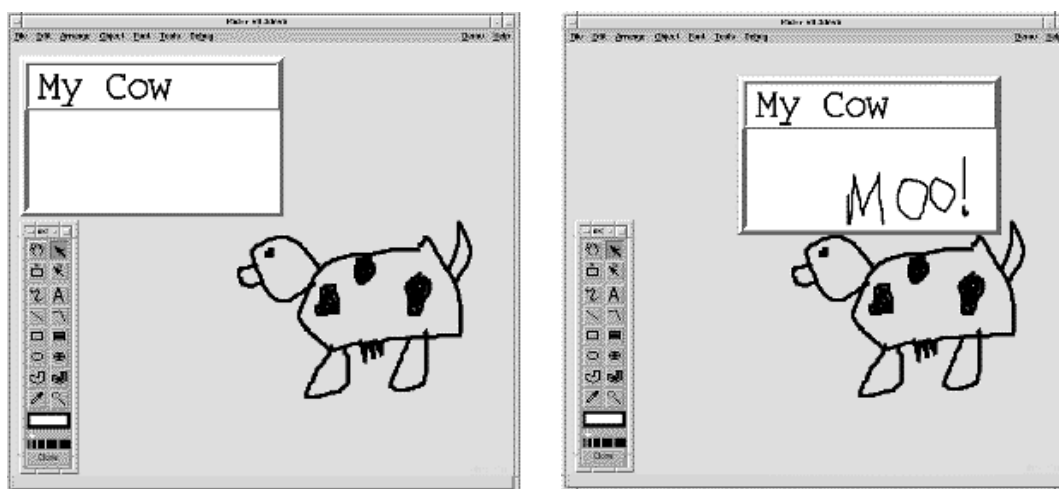
Tutkijat ovat kokeneet yhteistyön lasten kanssa hyvin erilaiseksi kuin aikuisten kanssa. Lapset eivät välttämättä ole osanneet kertoa sanallisesti tarpeistaan ja ajatuksistaan, vaan heidän on pitänyt saada mahdollisuuksia kommunikoida ja ulkoistaa ajatuksiaan erilaisten suunnittelutehtävien kautta. Tutkimusyhteistyö aloitettiin eriarvoisina kumppaneina, mutta sitä mukaa kuin lasten taidot ja asiantuntijuus ohjelmien käyttäjinä on lisääntynyt, on myös heidän tarjoamiensa ehdotusten ja ideoiden määrä lisääntynyt. Lapset ovat Druinin ja muiden (1997) mukaan suunnitteluyhteistyössä tutkijoiden kanssa tarvinneet aikaa, kokemusta, itsetuntemusta ja luottamusta. Lapsista suunnittelukumppaneina kertoo myös tämän raportin luku "SearchKids - digitaalinen arkisto lapsille" (Honko, tässä raportissa).

Sovelluksen kehitysvaiheet

KidPadin iteratiivinen kehittämisprosessi on jatkunut tuosta 1995 alkaneesta projektista. Lapset ovat olleet koko ajan mukana suunnittelu- ja kehittämisprosesseissa. Käyttöliittymällä on kehitetyn eri vaiheissa tehty käyttäjätestejä, joita tutkijat ovat kuvanneet useissa eri artikkeleissa ja raporteissa (Bederson *et al.* 1996, Druin *et al.* 1997, Stewart *et al.* 1998, Bederson *et al.* 1999, Benford *et al.* 1999). Sovelluksen käyttäjäryhmät ovat olleet etnisiltä, taidollisilta ja älyllisiltä ominaisuuksiltaan hyvin heterogeenisiä. Tässä artikkelissa käydään läpi yleisluontoisesti KidPadin vaiheita ja joitain mielenkiintoisimpia käyttäjätestituloksia.

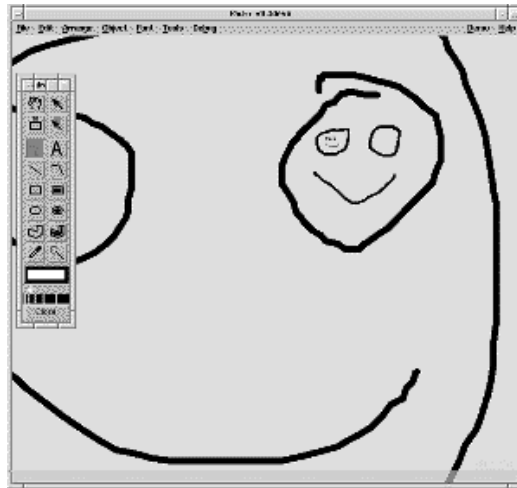
Pad++ -käyttöliittymä lasten käytössä

Lapset aloittivat projektin kokeilemalla Pad++-ohjelmaa erilaisten omien tarinoidensa kerrontaan. Tutkijat käyttivät lasten kiinnostuksen kohteiden tutkimiseen osallistuvaa havainnointia, videokuvausta sekä muistiinpanojen kirjaamista toiminnoista. Tulokset osoittivat lasten rakastavan zoomailua sekä "X-ray"-tarinoiden tekoa ja piilokuvia. Pad++-ohjelmassa voitiin käyttää linssitekniikkaa piilokuvien ja tekstien tekemiseen. Siirrettäessä tyhjältä näyttävää laatikkoa, linssiä, kuvan päälle laatikossa näkyi kuvaan piilotettu informaatio, esimerkiksi kuvan 6 tarinassa lehmän päällä ilmestyy näkyviin sana "MUU".



Kuva 6. Pad++: "X-ray"-tarina lehmästä (Druin *et al.* 1997).

Lasten mielipuhua oli mm. piirtää kasvot, jotka he zoomasivat lähemmäksi ja piirsivät toiset kasvot silmän sisälle, mitä he sitten toistivat kerta toisensa jälkeen (kuva 7). Kun kasvoja oli tarpeeksi, he zoomailivat kasvoista toisiin. Lapset kutsuivat zoomailua ajeluksi (*a ride*). Usein he zoomaillessaan tekivät myös "zoomailuääniä" (esim. brrrrrrrr, ziiing, zooom) ja kertoivat tarinoitaan. "Olipa kerran poika, jolla oli paljon ystäviä. Kun zoomaat hänen silmäänsä, voit nähdä hänen ystävänsä Fernandon. Kun zoomaat Fernandoon, voit nähdä hänen ystävänsä Jeanin, ja kun...". (Druin *et al.* 1997.)



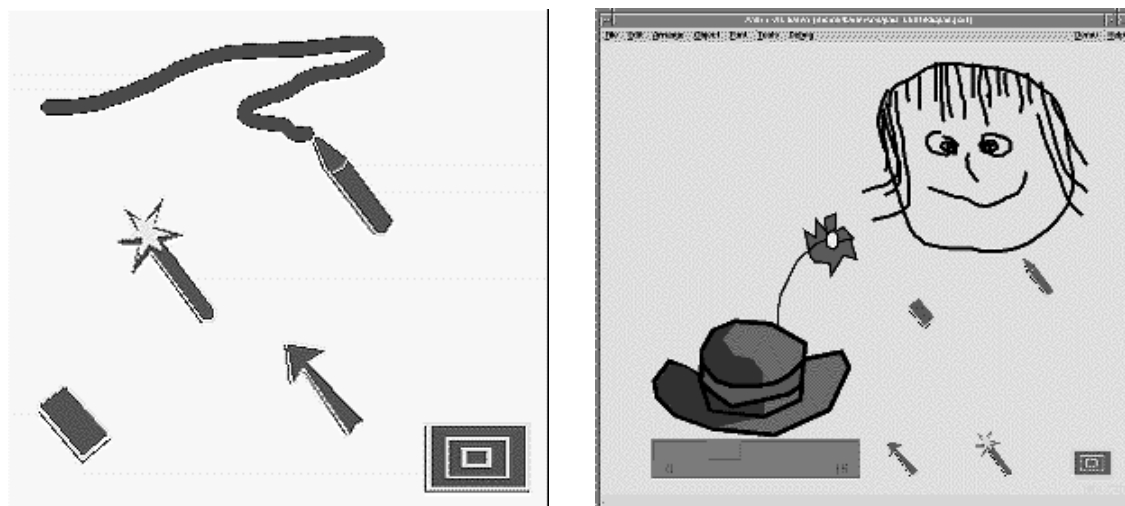
Kuva 7. Pad++: piirto- ja zoomausohjelma (Druin *et al.* 1997).

Ongelmana Pad++-sovelluksen käytössä lapsilla oli käyttöliittymän hankaluus. Työkalupalettia oli aloittelijan toisinaan hankala löytää ja työkaluihin liittyi myös lisäominaisuuksien, kuten esimerkiksi värien, määrittelyä.

KidPad Local Tools

Pad++-sovelluksen kehittämistyössä New Mexicon yliopistossa tutkijat olivat luoneet uudenlaisen vuorovaikutusympäristön piirtotyökalujen käyttöön, Local Tools (Bederson *et al.* 1996). Local Tools- työkalujen idea oli siinä, että ne eivät olleet työkaluriviltä yksitellen valittavissa, vaan erilaiset työkalut olivat piirtoalueella missä tahansa vapaasti laskettavissa ja otettavissa käyttöön. Lasten kokemusten ja tutkijoiden tekemien havaintojen pohjalta yhdistettiin Local Tools- ympäristö kehitteillä olevaan lasten zoomattavaan ympäristöön, josta tulikin sitten KidPad Local Tools- versio.

Tämän lyhyen ja intensiivisen kehittelyprosessin jälkeen lapset saivat jälleen työskennellä ohjelman parissa. Ohjelmaa aloitettaessa työkalut olivat rivissä piirtoalueen alareunassa. Työkaluja olivat värikynä piirtämistä varten, kumi objektien poistamiseen, taikasauva hyperlinkkeihin, nuoli, jolla valittiin kohteita sekä leikekirja, josta saattoi kopioida valmiita kuvia piirroksen (kuva 8). Työkalut poimittiin ja laskettiin piirtoalueella klikkaamalla. Edellä mainittujen työkalujen lisäksi näytön oikeassa alakulmassa oli erityinen työkalulaatikko, jota klikkaamalla työkalut saattoi sijoittaa takaisin näytön alareunaan, jos ne sattuiivat katoamaan zoomaillessa.



Kuva 8. KidPad Local Tools ja niiden käyttöä (Druin *et al.* 1997).

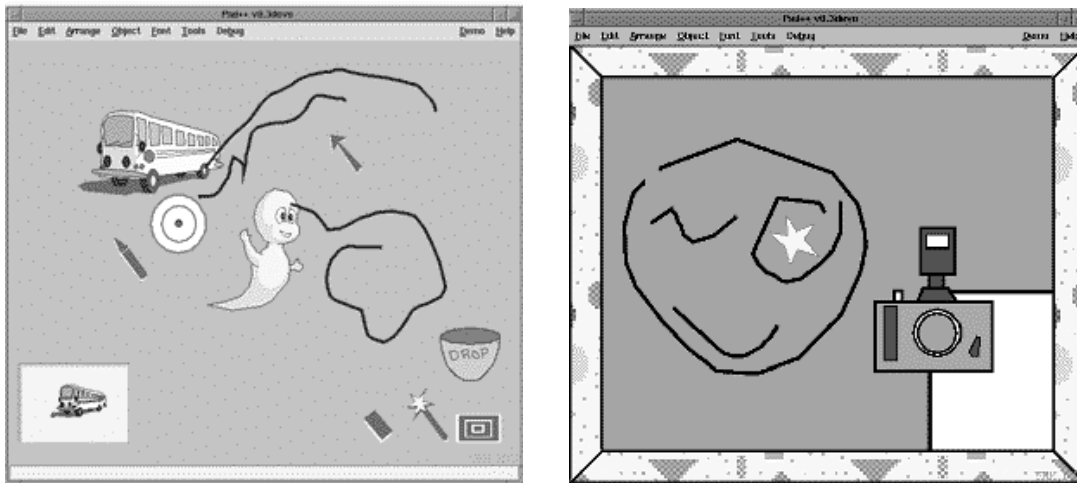
Taikasauva (*a magic wand*) oli lapsille mieluinen työkalu. Kun he valitsivat taikasauvan ja klikkasivat jotakin kuvan osaa, siihen muodostui linkin alkupää. Seuraava lasten valitsema kohta tuli linkin kohteeksi. Kohteiden linkitys näkyi kuvassa keltaisella viivalla. Kun lapset vaihtoivat työkalua, aktiivisen linkkikohdan koskettaminen toisella työkalulla mahdollisti zoomailun kohteesta toiseen. Vaikka Pad++ -ohjelmassakin oli zoomausmahdollisuus, se ei ollut niin selkeästi lasten löydettävissä kuin KidPad Local Tools- ympäristössä, joten lapset käyttivät sitä harvemmin. KidPadin taikasauva keltaisine taikaviivoineen näytti lapsille linkit niin hyvin, että sitä käytettiin toistuvasti lasten tarinoissa. (Druin *et al.* 1997.)

Lasten ideat KidPadin kehittämisen tueksi

Lapset nauttivat uudesta zoomailuympäristöstä ja heidän tarinansa saivat uutta syvyyttä ja monipuolistuivat sekä sisällöiltään että rakenteiltaan. Tutkijat päättivät pyytää lapsilta ideoita ohjelman kehittämiseksi edelleen. Lapsilta pyydettiin kuvausta ihanteellisesta KidPad-ympäristöstä. He kävivät tutkijoiden kanssa aivoriihiä ideoista, he piirsivät kuvia ja selittivät ajatuksiaan ja ideoitaan toisille. Seuraavassa joitakin lasten ajatuksia (Druin *et al.* 1997). Lapset halusivat mm.:

- piirtää suoraan näytölle (vrt. kosketusnäyttö),
- valita työkalun yhdellä klikkauksella (vrt. tuplaklikkaus),
- vaihtaa 3- painikkeisen hiiren toisenlaiseksi (esim. autoksi tai eläimeksi),
- lisäominaisuuksia piirtämiseen, animoida piirroksiaan,
- ääntä tarinoihin,
- zoomata ajasta ja maailmasta toiseen (menneessä zoomailu, zoomailu peli-, tarina- tai numeromaailmaan), ja
- lisää erilaisia kuvia leikekirjaan.

Näiden ideoiden pohjalta tutkijat pohtivat uusia kehittämismahdollisuuksia, joita sitten lasten kanssa testattiin viikoittaisissa luokkahuonesessioissa. Tutkijatiimi päätti näistä kokemuksista, mihin suuntaan ohjelmaa tulisi tulevaisuudessa kehittää. Esimerkiksi hiiren painikkeiden toimintaa päätettiin yksinkertaistaa ja zoomausta sekä kuvan vieritystä varten luotiin työkalut (kuva 9). Työkaluista tehtiin animoidut ja niiden käyttöä helpotettiin. Local Tools-työkaluilla tehtiin pilottitestejä 4-13 -vuotiailla, missä todettiin jopa nuorimpien lasten oppivan helposti ja nopeasti käyttämään työkaluja (Bederson *et al.* 1996).



Kuva 9. KidPadiin lisättyjä ominaisuuksia; zoomaustyökalu (vas.) ja kuvan vieritys (oik.)
(Druin *et al.* 1997)

Työskentelyä KidPadin parissa jatketaan edelleen erilaisissa projekteissa lasten kanssa tutkien ja arvioiden kehitysmahdollisuuksia. Verrattaessa tutkijoiden kehittämisajatuksia vuodelta 1997 sovelluksen tämän hetkiseen käyttöliittymään (2001) saadaan kuva tutkijaryhmän saavuttamista tuloksista. Tuolloin he halusivat laajentaa piirtotyökaluja, kehittää ääniominaisuuksia, lisätä animaatiotoimintoja sekä ominaisuuden, joka valittaessa kuvan, näyttäisi, mitä työkaluja sitä tehtäessä on käytetty sekä ennen kaikkea he halusivat lisätä usean hiiren käytön tuen (Druin *et al.* 1997).

17.4. Tutkimuksia kahden syöttölaitteen käytön vaikutuksesta lasten yhteistoimintaan

Useamman syöttölaitteen, varsinkin hiiren käytön vaikutuksista lasten tietokonetyöskentelyyn on tehty tutkimuksia KidPad-sovelluksella sekä muutamalla ongelmanratkaisupelillä, joista seuraavassa esitellään yksi.

KidPad

KidPad-sovellukseen liittyvistä tutkimuksista on kovin vähän selkeää ja seikkaperäistä dokumenttia. Useissa tutkijakunnan julkaisuissa viitataan KidPadin käyttäjätesteihin tai niistä saatuihin tuloksiin. Artikkeleissa ei välttämättä mainita tutkimusprojektien ajankohtia, joten niiden sijoittaminen sovelluksen kehittämisprosessin eri vaiheisiin on hankalaa. Tässä

yhteydessä voisi kuitenkin mainita SDG-tutkimuksen parissa tehdyistä perus- ja pilottitutkimuksista yhden ja kahden hiiren tietokoneympäristöissä.

Tutkijat ovat pyrkineet selvittämään lasten yhteistoiminnallista työskentelyä sekä yhden hiiren tietokoneympäristössä (KidPix-ohjelma sekä KidPad yhdellä hiirellä), jossa ei ole erityistä tukea lasten yhteistoimintaan että kahden hiiren samanaikaisen työskentelyn mahdollistavassa KidPad-ympäristössä. Tutkimuksissa on käyttäjinä ollut pääasiassa peruskoululaisia kouluympäristöön liittyvissä tutkimusasetelmissa, mutta tutkijoiden artikkeleissa kerrotaan lyhyesti parista CHI'96- ja CHI'97- konferensseissa tehdystä tutkimuskokeilustakin (Bederson *et al.* 1996, 1999).

Tutkimuksissa lapset ovat työskennelleet samaa sukupuolta olevin parein. Aiemmissä tutkimuksissa on todettu sekaparien tuovan mahdollisesti joitain vaikutuksia tuloksiin (Inkpen *et al.* 1997), joten samaa sukupuolta olevilla pareilla on haluttu näissä tutkimuksissa välttää ylimääräiset, vielä selvittämättömät vaikutukset tuloksiin. Parit ovat työskennelleet useimmiten 1-4 kertaa 15 minuutin sessioissa, joita on toteutettu 1-3 kuukauden aikana. Tutkijat ovat käyttäneet tutkimuksissaan osallistuvaa havainnointia sekä videointia.

Hawthornen peruskoulussa, Albuquerqueassa, tehtiin mielenkiintoinen kenttätutkimus 60 9-11-vuotiaalle lapselle. Samassa koulussa on tehty KidPad-sovellukseen liittyviä muitakin tutkimuksia. Lapset osallistuivat tässä tutkimuksessa "suunnittelukilpailuun" käyttäen KidPadiä yhdellä ja kahdella hiirellä (Bederson *et al.* 1999). Eri sessioiden aikana heidän tuli pareittain tehdä seuraavanlaisia kuvia:

1. piirros, joka kertoo, miltä tietokoneiden tulisi näyttää tulevaisuudessa,
2. piirros, joka kertoo, mitä haluaisitte kesäloman aikana tehdä,
3. piirros paikasta, minne haluaisit mennä, jos voisit matkustaa ihan mihin vain.

Lapsille kerrottiin, että "kilpailu" järjestettiin, sillä tutkijat suunnittelivat lapsille tietotekniikkaa ja he halusivat tietää, mitä mieltä lapset olivat tekniikasta ja miltä lapset halusivat sen tulevaisuudessa näyttävän. Viimeisen session jälkeen pareille järjestettiin vielä epämuodollinen istunto, jossa he kertoivat tuntemuksiaan, miltä yhteistoiminta eri tietokonetilanteissa vaikutti. Tämän tutkimuksen tuloksia käsitellään kohdassa 17.5.

Alien Pattern -ongelmanratkaisupeli

Tässä Inkpenin ja muiden kanadalaistutkijoiden vuonna 1999 tekemässä tutkimuksessa selvitettiin vancouverilaisten 9-11-vuotiaiden lasten vuorovaikutusta heidän pelatessaan ongelmanratkaisupeliä koulunsa kirjastoon sijoitetuissa erilaisissa yhteistoiminnallisissa tietokoneympäristöissä. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään lasten sitoutumisen ja aktiivisuuden tasoa heidän työskennellessään yhden ja kahden hiiren tietokoneympäristöissä. (Inkpen *et al.* 1999.)

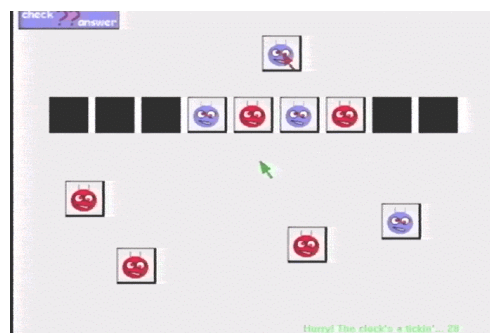
Tutkimuksessa seurattiin lapsia, jotka pelasivat Alien Pattern -ongelmanratkaisupeliä kolmessa yhteistoimintatavaltaan erilaisessa tutkimusasetelmassa, jotka olivat:

1. *Paperipohjainen peliversio*, jossa käytettiin pahvipelialustaa ja fyysisiä magneettipaloja (kuva 10). Pelin tarkistuksen lapset joutuivat kysymään tutkijalta, joka joko pyysi yrittämään uudestaan tai antoi uuden tehtävän riippuen ratkaisujen oikeellisuudesta.
2. *Tietokonepohjainen peliversio*, jossa oli käytössä vain yksi hiiri ja yksi kursori.
3. *Tietokonepohjainen peliversio*, jossa käytettiin kahta hiirtä ja kahta kursoria. Tietokonepohjaisissa peliversioissa lapset tarkistivat tehtävän painamalla "Tarkista vastaus"-painiketta ruudun vasemmassa yläreunassa. Väärästä ratkaisusta tuli virheilmoitus ja oikeasta ratkaisusta onnittelut. Uuden tehtävän lapset saivat painamalla hiiren oikeata painiketta.



Kuva 10. Lapsipari pelaamassa pelin paperiversiota (Inkpen *et al.* 1999).

Pelissä, jota lapset pelasivat, heidän tuli tunnistaa ja täydentää tietyn kaavan mukaan erilaisilla ominaisuuksilla varustettuja olioiden kasvoja järjestykseen. Peli oli kehitetty tätä tutkimusta varten. Olioiden kasvoilla oli kolme mahdollista pään väriä (sininen, vihreä ja punainen), kolme mahdollista silmien väriä (musta, vihreä ja punainen) sekä kaksi mahdollista suun tyyliä (iloinen ja surullinen). Jokainen tehtävä alkoi yhdeksällä neliöllä, jotka oli sijoitettu joko pysty- tai vaakasuoraan riviin niin, että kolmessa keskimmaisessä ruudussa oli olioiden kasvot. Jäljellä olevat kuusi kasvoa oli satunnaisesti levitetty pelin näytölle. Pelin tarkoitus oli järjestää loput kuusi kasvoa oikeisiin neliöihin tietyn kaavan mukaan (kuva 11).



Kuva 11. Olio-ongelmanratkaisupelin tietokoneversion näyttö (Inkpen *et al.* 1999).

Tutkimus tehtiin kunnallisessa peruskoulussa, Itä-Vancouverissa, Brittiläisessä Columbiassa, Kanadassa. Koulu sijaitsi Vancouverin matalan elintason alueella, joka käsitti

hyvin monenlaisia kulttuureita. Tutkimusotoksena oli 40 lasta (22 tyttöä ja 18 poikaa), jotka olivat iältään 9-11-vuotiaita 3-5-luokkalaista oppilaita. Lapset arvottiin satunnaisesti samaa sukupuolta oleviksi pareiksi, jotka osallistuivat tutkimukseen työskennellen keskenään.

Tutkimus toteutettiin kolmena peräkkäisenä päivänä huhtikuussa 1999 pienessä neuvotteluhuoneessa koulun kirjastossa. Tutkimuksen käytössä oli kaksi laitteistoa, joissa molemmissa oli IBM-yhteensopiva PC-kone, videokamera varustettuna mikrofonilla, sekä kuvanmuunnin, jolla voitiin kaapata kuvaa tietokoneen näytöltä.

Tutkimus toteutettiin tunnin sessioina aina kahdelle parille kerrallaan. Session aluksi lapset vastasivat taustatietokyselyyn. Sen jälkeen parit pelasivat ensin yhdessä 10 minuuttia paperiversiota, jonka avulla he tutustuivat pelin ideaan. Sitten he pelasivat samaa peliä tietokoneympäristössä kahdella eri peliversiolla käänteisin järjestyksin siten, että toinen pari arvottiin pelaamaan ensin yhdellä hiirellä ja toinen kahdella hiirellä ja sitten vaihdettiin asetelmat päinvastoin. Molemmat tietokonepelijaksot kestivät myös 10 minuuttia, minkä jälkeen lapset täyttivät vielä loppukyselyn.

Tutkimuksessa tutkittiin kahta riippumatonta muuttujaa, sukupuolta ja yhteistoiminnallista asetelmaa tietokoneympäristössä suhteessa lasten sitoutumiseen ja aktiivisuuteen pelissä. Sitoutuneisuutta mitattiin sillä, kuinka paljon lapsilla esiintyi tehtävän ulkopuolista toimintaa (esimerkiksi mikrofonilla leikkimistä, katselua muualle, peliin kuulumatonta keskustelua). Aktiivisuutta puolestaan mitattiin peliin liittyvillä toiminnoilla, kuten esimerkiksi oliokasvojen siirroilla ja tarkistuspainikkeen painamisella. Sitoutuneisuutta tutkittiin videoanalyysien ja aktiivisuutta sekä videonauhojen että tietokoneelokien analyyseilla.

17.5. Tutkimustuloksia

Kahden hiiren käyttöön perustuvien edellä kohdissa 17.3 ja 17.4 kuvattujen käyttöliittymien ja järjestelmien tutkimuksista saatuja tuloksia on koottu yhteen ja ne esitetään tässä jaoteltuina lasten toiminnan erilaisten piirteiden mukaan. Näin hyvinkin erilaisista tutkimuksista saaduista tuloksista voidaan koota jonkinlainen kokonaiskuva kahden hiiren samanaikaisen käytön tuomista vaikutuksista lasten toimintaan tietokoneympäristössä.

Sitoutuneisuus työskentelyyn

Alien Pattern -ongelmanratkaisupelissä yhden hiiren- yhden kursorin tilanteessa lapsilla esiintyi merkittävästi enemmän tehtävän ulkopuolista käyttäytymistä kuin niillä lapsilla, jotka työskentelivät kahden hiiren- kahden kursorin tilanteessa. Lasten pelatessa kahdella hiirellä molemmat lapset työskentelivät lakkaamatta pelin parissa (kuva 12.). Mielenkiintoinen piirre tutkimuksessa oli se, että lasten työskennellessä paperipohjaisella peliversiolla tehtävän ulkopuolinen toiminta oli harvinaista. Tämä voisi johtua ehkä siitä, että jokainen lapsi pääsi työskentelemään konkreettisesti pelin parissa ja lapset pelasivat paperipohjaista versiota ensin, kun peli vielä itsessään oli heille uusi.

Syyksi lasten tehtävän ulkopuoliseen käyttäytymiseen tutkijat löysivät neljä päätekijää; ikävystyminen, turhautuminen, toisen parin edistymisen seuraaminen sekä häiriötekijöiden

esiintyminen. Tutkimuksen mukaan 82 % tehtävän ulkopuolisesta toiminnasta esiintyi silloin, kun lapsi ei päässyt käyttämään hiirtä. (Inkpen *et al.* 1999)



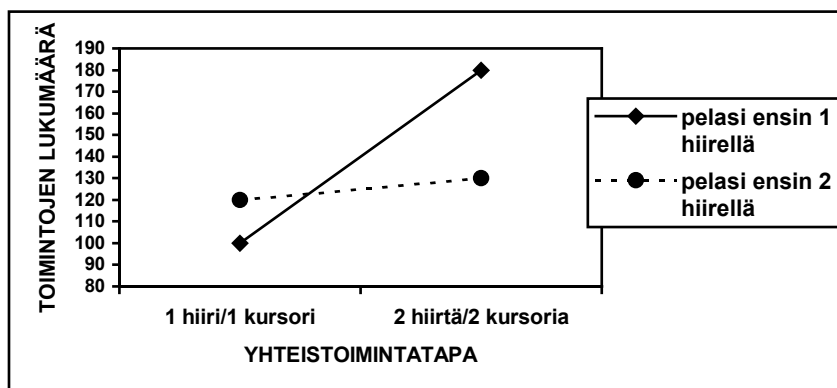
Kuva 12. Kaksi poikaa pelaa yhden hiiren- yhden kursorin tilanteessa ja oikealla kaksi tyttöä kahden hiiren- kahden kursorin pelissä (Inkpen *et al.* 1999).

KidPad-tutkimuksissa havaittiin "hiirettömän", toimintaa vierestä seuraavan lapsen turhautuvan ja ärsyyntyvän keskimäärin kerran 10 minuutin aikana siihen, ettei päässyt vaikuttamaan työskentelyyn. Samoin hänen huomionsa kiinnittyi tehtävästä johonkin muualle keskimäärin kolme kertaa 10 minuutin aikana. (Bederson *et al.* 1999.)

Aktiivisuus

KidPadin parissa ilman hiirtä työskennellyt lapsi pyrki vaikuttamaan hiireen ja ohjelman hallintaan. "Hiiretön" lapsi osoitteli usein ruudulle ohjatakseen työskentelyä ja hiirtä. Lisäksi hän pyrki aktiivisesti saamaan hiiren itselleen. Tutkimustulosten mukaan "hiiretön" osoitteli ruudulle keskimäärin 8 kertaa 10 minuutin aikana ja yrityksiä saada hiiri itselle esiintyi keskimäärin 5 kertaa 10 minuutin aikana. (Bederson *et al.* 1999.)

Alien Pattern -ongelmanratkaisupelissä ensin yhdellä hiirellä pelanneiden lasten aktiivisuuden taso lisääntyi merkittävästi heidän pelatessaan seuraavaksi kahden hiiren ympäristössä (kuva 13), kun aktiivisuuden tasoa siis mitattiin erilaisten toimintojen, kuten olioiden kasvojen siirtojen ja ohjelman painikkeen painamisen, lukumäärillä.



Kuva 13. Arvotun pelijärjestyksen ja yhteistoimintatavan vaikutus lasten aktiivisuuteen (Inkpen *et al.* 1999).

Kahdella hiirellä työskennelleet lapset pyrkivät pitämään kätensä hiirellä ja aktiivisesti osoittelivat sillä ja siirtelivät objekteja näytöllä. Yhtä hiirtä käyttäneet lapset pyrkivät löytämään muita vuorovaikutuskeinoja, kuten osoittamaan suoraan näytölle, jotka osoittivat toiminnan aktiivisuutta, mutta eivät tallentuneet kuitenkaan tietokoneen lokiin.

Kun lapsille esitettiin yhden hiiren- yhden kursorin tilanne ensin, he olivat passiivisempia ehkäpä siksi, että heidän osallistumistaan estettiin rajoitetulla hiirenkäyttömahdollisuudella. Sitten, kun nämä samat lapset pelasivat seuraavassa sessiossaan kahdella hiirellä, heidän aktiivisuustasonsa nousi merkittävästi, jopa korkeammalle kuin niiden parien, jotka aloittivat kahden hiiren- kahden kursorin tilanteesta. Näyttää siltä, että lasten rajoittaminen aluksi sai heidät myöhemmin ottamaan irti täyden hyödyn kahden hiiren mahdollisuuksista.

Niillä lapsilla, jotka sen sijaan pelasivat ensin kahden hiiren ympäristössä esiintyi keskimäärin korkeamman tason aktiivisuutta heidän jatkaessaan yhden hiiren ympäristössä kuin niillä lapsilla, jotka pelasivat ensin yhdellä hiirellä. Ilmeisesti lasten yhteistoiminnallinen käyttäytyminen ensimmäisessä sessiossa siirtyi myös jonkin verran työskentelyyn yhden hiiren ympäristössä.

Yhteistoiminnallisuus

Bederson, Stewart ja Druin huomasivat analysoidessaan lasten yhteistoiminnallista vuorovaikutusta aineistossaan esiintyvän neljä erilaista vuorovaikutustyyliä; dominoiva, itsenäinen, mentori ja yhteistoiminnallinen. Seuraavassa on selitetty, millaista vuorovaikutus näissä luokitteluisissa on ja taulukko 1 osoittaa, miten vuorovaikutustyyliä ilmenivät KidPadin käytön yhteydessä (Bederson *et al.* 1999).

Tutkimus- asetelma	Vuorovaikutustyyli			
	Dominoiva	Itsenäinen	Mentori	Yhteis- toiminnallinen
Yksi hiiri	8	26	0	16
Kaksi hiirtä	1	38	4	24

Taulukko 1. Vuorovaikutuksen tyylien esiintyminen yhden ja kahden hiiren ympäristöissä.

- *Dominoiva.* Toinen parista on haluton työskentelemään ja antaa toisen dominoida itseään. Dominoiva lapsi ottaa vallan ja tekee käytännössä kaiken itse.
- *Itsenäinen.* Jokaisella lapsella on oma, erilainen ideansa ratkaista tehtävä. Yhtä hiirtä käytettäessä lapset päättävät, kumpi tekee piirroksen loppuun ja tehtäviä voidaan vaihtaa. Kahden hiiren käyttäjät saattavat jopa piirtäen jakaa näytön "sinun ja minun puoliin" ja tehdä sitten kumpikin omat piirroksensa.
- *Mentori.* Yksi lapsi opettaa toista. Tätä esiintyy usein, kun lapsi pyrkii käyttämään sovellusta, tai esimerkiksi taiteellinen lapsi haluaa opastaa toisia.
- *Yhteistoiminnallinen.* Pari keskustelelee ensin tehtävästä ja siitä, kuinka he aikovat sen suorittaa. Sitten he jakavat tehtävät ja antavat toisilleen palautetta työskentelyn aikana.

Mentorointia esiintyi tutkijoiden mukaan yllättävän vähän tässä 60 lapsen KidPad- tutkimuksessa verrattuna aikaisempiin SDG-tutkimuksiin. Tutkijat epäilivät sovelluksen helppokäyttöisyyden vaikuttaneen tulokseen, sillä lasten ei juuri tarvinnut opettaa toisiaan ohjelman käytössä. Kahden hiiren mahdollistama aktiivinen osallistuminen työskentelyyn vaikutti tutkijoiden mielestä dominoivan vuorovaikutuksen vähyyteen. Tutkijat totesivat myös, että erilaiset vuorovaikutustyyli- vaihtelivat jonkin verran yhdenkin session aikana lasten tehtävästä ja tilanteista riippuen.

Seuraavassa pari tapauskuvausta pareista, jotka työskentelivät yhdessä KidPadilla, ja heidän yhteistoiminnallisuudestaan (Bederson *et al.* 1999):

Gary ja Devyn työskentelivät ensin yhdellä hiirellä. Kumpikin ikävystyi toisen piirrellessä ja katseli muualle tai jutteli tutkijan kanssa. Viimeisessä sessiossa, jossa he saivat käyttöönsä kaksi hiirtä, he nauroivat toistuvasti ja heillä oli paljon keskinäistä vuorovaikutusta. Vaikka he olivat käyttäneet sovellusta aiemmin, he tutkivat uudella innolla sen kaikkia mahdollisuuksia ja keskittyivät täydellisesti tehtäväänsä.

Denae ja Alicia työskentelivät hyvin eri tavoin. Toinen oli rauhallinen ja suunnitelmallinen, joka ei koskaan kumittanut töitään, kun taas toinen oli hermostunut ja lyhytjänteinen, joka vaihteli työkaluja ja kumitteli työnsä heti pois. Kahden hiiren kanssa he piirsivät aina erilliset kuvat. Yhdellä hiirellä työskennellessään he pyrkivät tekemään samaa kuvaa, mutta heidän työskentelytyylinsä aiheuttivat konflikteja. He nauroivat toistensa virheille ja kiusoittelivat toisiaan, mutta heidän yhteistyönsä pelasi silti, sillä he olivat ilmeisesti ystäviä keskenään. Loppukeskustelussa kumpikin piti kahta hiirtä hyvänä, sillä he saivat tehdä rauhassa omia kuviaan.

Inkpenin ja muiden Alien Pattern -pelitutkimuksessa ei juurikaan analysoitu lasten vuorovaikutuksen ja yhteistoiminnallisuuden laatua, mikä on sinänsä mielenkiintoista, kun tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lasten vuorovaikutusta ja yhteistoiminnallisen työskentelyn tukemista

Saavutukset

KidPad-tutkimuksessa kahden hiiren käyttö lisäsi selvästi informaatiota, jota lasten töissä esiintyi. Kahta hiirtä käyttäneiden lasten töissä oli huomattavasti enemmän objekteja, lähes kaksinkertainen määrä, ja värejäkin oli käytetty enemmän (taulukko 2). Kahden hiiren käyttäjien jäljiltä tietokoneet olivat tallentaneet myös huomattavasti enemmän tapahtumia koneen lokiin, mikä toisaalta on hyvinkin ymmärrettävää, kun hiirten ja samalla käyttäjien lukumäärä lisääntyy.

Tutkimus-asetelma	Tallennetut piirrokset	Objekteja piirroksissa	Värejä piirroksissa
Yksi hiiri	2.95	36.15	3.79
Kaksi hiirtä	2.85	71.73	5.04

Taulukko 2. Keskimääräiset tilastot kaikkien parien työskentelystä.

Sukupuoleen liittyviä eroja ei näissä kahdessa tutkimuksessa ole tullut esille. Inkpen kollegoineen on kuitenkin muissa tutkimuksissaan todennut erityisesti tyttöjen hyötyvän kahden hiiren mahdollistamasta yhteistoiminnallisuudesta (Inkpen *et al.* 1995). Taulukossa 3 voidaan nähdä vertailu tyttö- ja poikaparien keskimäärin ratkaisemista tehtävistä yksin pelatessa (*Solo Play*), kaksin kahdella koneella rinnakkain pelatessa (*Parallel Play*) sekä kahdella hiirellä yhden koneen ääressä pelaten (*Integrated Play*).

		Yksin pelaaminen	Rinnakkain pelaaminen 2 hiirtä ja 2 konetta	Yhteistoiminnallinen pelaaminen 2 hiirtä, 1 kone
TYTÖT	Mean	1.21	0.98	1.83
	SD	1.85	1.45	1.65
	n	155	46	46
POJAT	Mean	2.35	2.78	3.3
	SD	2.7	2.02	2.43
	n	46	18	20

Taulukko 3. Lasten ratkaisemien tehtävien määrä keskimäärin eri työskentely-ympäristöissä (Inkpen *et al.* 1995).

Sekä tytöt että pojat ratkaisivat selvästi enemmän tehtäviä työskennellessään yhdessä saman koneen ääressä kuin pelatessaan yksin. Pojat ratkaisivat rinnakkain pelatessaan enemmän tehtäviä kuin yksinpelissä, kun taas tytöt saivat rinnakkaispelissä jopa huonommat tulokset kuin pelatessaan yksin. Tyttöjen ja poikien huomattavaa eroa ratkaistujen tehtävien määrässä tutkijat selittivät tutkimukseen liittyvien ympäristötekijöiden sekä sovelluksen käyttöliittymään liittyvillä tekijöillä, sillä aiemmassa vastaavassa tutkimuksessa tulokset sukupuolten välillä olivat olleet tasaisemmat (Inkpen *et al.* 1995).

Motivaatio

Tutkimusten yhteydessä on yleensä kysytty myös lasten omia kokemuksia yhden ja kahden hiiren käytöstä. KidPadin käyttäjiltä kysyttiin, kumpi tapa työskennellä heidän mielestään on helpompi. 98 % lapsista vastasi kahden hiiren käyttöliittymän olevan helpompi. Perustelut kahden hiiren paremmuudesta käsittivät vuoronvaihtoon (49%) ja samanaikaiseen työskentelyyn (35%) liittyviä seikkoja. *"We didn't have to share"*. *"We can do different stuff at the same time"*. (Bederson *et al.* 1999)

Alien Pattern -ongelmanratkaisupeliä pelanneet lapset pitivät myös selkeästi eniten kahden hiiren ja kahden kursorin peliympäristöstä (taulukko 4). Taustatietokyselyssä 67,5 % lapsista oli vastannut käyttävänsä tietokonetta mieluummin ystävien kanssa kuin yksin.

Tutkimussession jälkeen lapsista jo 82,5 % halusi pelata ongelmanratkaisupeliä mieluiten kaverin kanssa.

Yhteistoimintatapa	Lukumäärä	%
Paperipohjainen peliversio	5	12.5
1 hiiren - 1 kursorin tietokonepohjainen peliversio	7	17.5
2 hiiren - 2 kursorin tietokonepohjainen peliversio	28	70.0
Yhteensä	40	100

Taulukko 4. Ongelmanratkaisupeliä pelanneiden mieltymykset eri peliasetelmiin.

Alien Pattern -pelitutkimukseen osallistuneet lapset tuntuivat nauttivan yhteisestä työskentelystä tietokoneella, jossa on useampia hiiriä. Tämä saattoi tutkijoiden mukaan johtua asian uutuudesta, mutta monet lapset olivat jo ennestään tutustuneet tällaisiin vuorovaikutuksellisiin toimintatapoihin videopelikokemuksissaan ja käyttäessään usean pelaajan videopelejä. Taustakyselyssä oli käynyt ilmi, että 66 % lapsista oli kotona tietokone ja 79 % videopelilaitteet. Kaksi kolmasosaa lapsista kertoi käyttävänsä tietokonetta vähintään muutaman kerran viikossa ja kolme neljäsosaa lapsista pelasi elektronisia pelejä vähintään muutaman kerran viikossa.

17.6. Päätelmät ja pohdinta

Edellä kuvattujen tutkimusten ja niiden tulosten perusteella voidaan todeta, että tukemalla yhteistoiminnallista vuorovaikutusta voidaan lisätä lasten työskentelyn sitoutumisen tasoa, aktiivisuutta ja motivaatiota. Tehtävän ulkopuolisen toiminnan vähentäminen koettiin myös äärimmäisen tärkeäksi kasvatuksellisissa tilanteissa. Omien vaikutusmahdollisuuksien tai vaikutusmahdollisuuden tunteen lisääminen työskentelyyn paransi lasten suorituksia ja aktiivisuutta.

Tutkimustulokset osoittavat myös vahvasti sen, että yksi keino auttaa lapsia sitoutumaan ja aktivoitumaan tietokonepohjaisissa oppimisprosesseissa on tarjota usealle lapselle mahdollisuus työskennellä tietokoneympäristössä samanaikaisesti. Usean lapsen mahdollisuus aktiivisesti toimia käyttöliittymän parissa lisäsi selvästi myös lasten keskinäistä vuorovaikutusta ja toi työskentelyyn elementtejä todellisesta yhteistoiminnallisuudesta (esimerkiksi suunnittelu, työn jakaminen, arviointi työskentelyn aikana). Osa lapsista kertoi itse, että oli helpompaa ratkaista ongelmia, kun ei tarvinnut vuorotella vaan molemmat pystyivät työskentelemään yhtä aikaa.

Usean lapsen mahdollisuus työskennellä samanaikaisesti yhteisen tehtävän parissa antaa myös hyvät mahdollisuudet lasten yhteistoiminnallisten taitojen kehittymiselle. Työskentelytavoiltaan erilaiset lapset voivat toimia työpareina eri tavoin tehtävien luonteista riippuen. Yhtäaikainen työskentely antaa parin jäsenille mahdollisuuden tehdä projektinsa parissa itenäisesti erillisiä tehtäviä, ohjata ja neuvoa toista sekä ratkaista yhdessä ongelmia. Kaikkia näitä erilaisia työtapoja tarvitaan tiimityössä.

Motivaation ja innostuneisuuden merkitystä oppimisessa ei voi vähätellä. Jos lapsella on tunne, että hän pääsee vaikuttamaan omaan työskentelyynsä ja kokee tehtävänsä merkitykselli-

seksi, ei oppimiselta voi välttyä. Tutkimusten tulokset osoittivat selvästi yhteistoiminnallisen työskentelyn kahdella hiirellä tietokoneen ääressä motivoivan ja innostavan lapsia. Työskentelysessioiden jälkeen lasten innostus työskennellä kavereiden kanssa jopa lisääntyi positiivisten kokemusten myötä. Näiden positiivisten kokemusten voisi olettaa siirtyvän myös jossain määrin tietokoneympäristön ulkopuoliseenkin yhteistoimintaan.

Kahden hiiren käytöstä lasten tietokonetyöskentelyssä ei ole suomalaisia tutkimuskokeimuksia, lähimmät ovat siis Ruotsista. Amerikkalaisten tulokset ovat niin rohkaisevia, että aktiivisesti päiväkodissa lasten kanssa tietokonetta käyttävänä kiinnostukseni tutkia KidPadia tamperelaisten 5-7-vuotiaiden lasten kanssa kasvoi voimakkaasti. Erityisesti kasvatustieteilijänä haluaisin tutkia, millaisten prosessien ja millaisen yhteistoiminnallisuuden kautta lapset toimisivat sekä millaisia tarinoita he yhdessä loisivat. Toisaalta tietojenkäsittelytieteilijänä haluaisin tutkia suomalaisten päiväkotilasten tapaa käyttää yhtä ja kahta hiirtä tietokonetyöskentelyssään, joka poikkeuksetta tapahtuu vähintään kahden lapsen ryhmissä. Olisivatko tulokset arkipäivän päiväkotitilanteissa havainnoituna tässä kuvattujen tutkimustulosten suuntaisia?

Se on kuitenkin selvää, että lapset nauttivat yhdessäolosta ja yhdessä pelaamisesta. Yhteistoiminnallisen vuorovaikutuksen lisääminen esimerkiksi koulujen ja päiväkotien opetukseen käy ilmeisen helposti tarjoamalla tällaista vuorovaikutusta tukevia välineitä ja menetelmiä lapsille, jotka luonnostaan pitävät teknologian parissa pelaamisesta yhdessä kavereiden kanssa.



Kuva 14. Tämä on kivaa! Olemme kavereita ja pelaamme kaikki yhdessä! (Inkpen *et al.* 1999).

Lähdeluettelo

- Bederson, B. B., Stewart, J., & Druin, A. (1999) Single display groupware. Tech Report CS-TR-4086. UMIACS-TR-99-75
- Bederson, B. B., Hollan, J. D., Druin, A., Stewart, J., Rogers, D., & Proft, D. (1996). Local Tools: An Alternative to Tool Palettes. In Proceedings of User Interface and Software Technology (UIST 96) ACM Press, 169-170

- Benford, S., Bederson, B., Åkesson, K., Bayon, V., Druin, D., Hansson, P., Hourcade, J., Ingram, R., Neale, H., O'Malley, C., Simsarian, K., Stanton, D., Sundblad, Y., and Taxen, G. (1999) Designing storytelling technologies to encourage collaboration between young children. In Proceedings of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2000) ACM Press, 556-563.
- Druin, A., Bederson, B. B., Boltman, A., Muira, A., Knotts-Callahan, D., & Platt, M. (1999). Children As Our Technology Design Partners. A. Druin (Ed.), *The Design of Children's Technology*. San Francisco: Morgan Kaufman, 51-71
- Druin, A., Stewart, J., Proft, D., Bederson, B., & Hollan, J. (1997). KidPad: A design collaboration between children, technologists, and educators. Proceedings of the CHI 1997 conference on Human factors in computing systems, ACM Press, 463-470.
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. (2000) Tutkiva oppiminen. Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. Porvoo: WSOY
- Inkpen, K.M., Ho-Ching, W., Kuederle, O., Scott, S.D., & Shoemaker, G.D.B. (1999). "This is fun! We're all best friends and we're all playing.": Supporting children's synchronous collaboration. Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) '99.
- Inkpen, K., McGrenere, J., Booth, K.S., and Klawe, M. (1997). Turn-Taking Protocols for Mouse-Driven Collaborative Environments. Proceedings of Graphics Interface '97, 138-145.
- Inkpen, K., Booth, K.S., Klawe, M., and Uptis, R. (1995a). Playing Together Beats Playing Apart, Especially for Girls. Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) '95. Lawrence Erlbaum Associates, 177-181.
- Inkpen, K., Gribble, S., Booth, K.S., and Klawe, M. (1995b). Give and Take: Children Collaborating on One Computer. Proceedings of CHI '95: Human Factors in Computing Systems. ACM press, 258-259.
- KidPad (2001). <<http://www.kidpad.org/>>. Viitattu 31.12.2001
- Stewart, J., Bederson, B., & Druin, A. (1999) Single Display Groupware: A Model for Co-present Collaboration. Proceedings of CHI'99, ACM Press, 286-293.
- Stewart, J., Rayborn, E., Bederson, B., & Druin, A. (1998) When Two Hands are Better than One: Enhancing Collaboration using Single Display Groupware. Proceedings of CHI'98, Pittsburgh PA, 287-288.
- KidStory- projekti (2001). <<http://www.kidstory.org/>>. Viitattu 26.11.2001
- Stanton, D., Abnett, C., Bayon, V., Sundblad, Y., & Åkesson, K. (2001). Technical 'invasions': a strategy to maximise cross cultural and interdisciplinary group work. <<http://www.sics.se/kidstory/deliverables-y3/chapter1section5.doc>>. Viitattu 26.11.2001
- Tynjälä, P. (1999). Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Kirjayhtymä
- TIVA-loppuraportti (2000). Tietotekniikka varhaiskasvatuksessa. "Mä haluaisin niinku ymmärtää sen tietokoneen kaikki asiat, mitä siinä on". TIVA-projektin loppuraportti. Sosiaali- ja terveystoimen julkaisuja 10/2000. Tampereen kaupunki.

18. SearchKids – digitaalinen arkisto lapsille

Leena H. Honko

18.1. Johdanto

Erialaisten tietolähteiden käyttö tietokoneita hyväksikäyttäen lisääntyy koko ajan. Sen vuoksi näiden käyttö ja käyttöliittymät pitäisi suunnitella kaikille ihmisille sopiviksi. Yksi kohderyhmä, jolle ei ole juurikaan suunniteltu käyttöliittymiä, on pienet lapset. Esimerkiksi digitaalisten arkistojen käyttöliittymät on useimmiten suunniteltu aikuisille tai isommille lapsille sopiviksi.

Tässä luvussa kuvataan yhtä lapsille suunnattua digitaalisen arkiston käyttöliittymää, jota Marylandin yliopiston tutkijaryhmä on kehittänyt sellaiseksi, että se soveltuisi erityisesti 5 - 10 -vuoden ikäisille lapsille. Tutkijaryhmä toteutti prototyypin, jota he kutsuvat nimellä *SearchKids* (aiemmin myös nimellä *QueryKids*). Tämä prototyyppi tarjoaa graafisen käyttöliittymän kyse-lyihin, tietojen selailuun ja saavutettujen hakutulosten tarkasteluun. (Druin *et al.* 2001)

Lisäksi kerrotaan tutkijoiden kokemuksista siitä, kuinka lapset olivat itse mukana uuden sovelluksen kehitystyössä, sekä lasten hakutavoista ja -tehokkuudesta. Tutkijat halusivat selvittää, miten lapset todellisuudessa etsivät tietoa ja kuinka monimutkaisia heidän kyselynsä voivat olla. Tutkijoiden mielestä lapset voivat tehdä tiedonhakuja varsin tehokkaasti, pääasiassa käyttäen ”vähimpiä mahdollisia askelmääriä” saavuttaakseen haluamansa hakutuloksen. (Revelle *et al.* 2000)

18.2. Taustaa

Digitaalisen tiedon käyttöä on usein suunniteltu ottaen huomioon aikuiset ja vanhemmat lapset. Nuoremmat lapset joutuvat selviämään käyttöliittymistä, jotka vaativat monimutkaista näppäilyä, kirjoitus- ja lukutaitoa tai jotka vaativat vaikeatajuisten käsitteiden ymmärtämistä. Vaikka itse käyttöliittymä olisikin suunniteltu graafiseksi, sen sisältämä tieto saattaa olla paljon rajatumpaa kuin vanhemmille lapsille tai aikuisille suunnatuissa sovelluksissa. Muutamia

esimerkkejä tutkijoiden mainitsemista nuoremmillekin suunnatuista käyttöliittymistä kuitenkin on:

1990-luvun puolivälissä professori Christine Borgmanin/UCLA johdolla kehiteltiin digitaalista arkistoa hyödyntävä sovellus nimeltään "The Science Library Catalog (SDL)". Vaikka tämä sovellus ei vaatinut näppäimistön käyttöä tiedon syötössä, se edellytti avainsanojen ja sisällysluetteloiden lukua graafisen kirjan sivuilta. Sovellus onkin suunnattu vanhemmille lapsille (iältään 9 - 12 vuotta), ja sen käytössä lukutaidon merkitys on suuri. (Walter *et al.* 1996)

Myös muita edistyneitä hakujen ja hakutulosten visualisointitapoja on kehitelty. Yksi sellainen on Marylandin yliopistossa kehitetty "Dynamic Queries". Tässä sovelluksessa haut voidaan muodostaa joko elementtejä hiirellä raahaamalla tai osoittaa valinnat rasteilla, radiopainikkeilla tai kirjoittamalla sanahaku. Nuoremmille lapsille tämäkin käyttöliittymä voi olla kognitiivisesti liian vaativa. (Ahlberg *et al.* 1992)

Toisenlainen lähestymistapa on Xerox PARC:n "Movable Filters" -sovelluksessa. Läpinäkyvät laatikot tai filterit raahataan hiirellä alla levittäytyvään tietokarttaan. Jokainen filteri sisältää nimettyjä Boolean-operaattoripainikkeita (esim. "ja", "tai"). Kun kaksi filteriä menee päällekkäin, niiden operaatiot yhdistetään. Haun tulokset näkyvät välittömästi korostettuina. Tämän sovelluksen vaikeus onkin ymmärtää Boolean-operaattoreita. (Fishkin & Stone 1995)

18.3. SearchKids-kehitystyö

Marylandin yliopiston tutkijaryhmä aloitti SearchKids -prototyypin tutkimus- ja kehitystyön syyskuussa 1999. Tarkoituksena oli kehitellä digitaalisen arkiston käyttöliittymä, joka soveltuisi erityisesti 5 - 10 -vuoden ikäisille lapsille. Arkiston sisällöksi valittiin tietoa eläimistä. Sisällön toimitti Discovery Channel ja U.S. Department of the Interior's Patuxent Wildlife Research Center. Tieto tallennettiin Microsoft Access -tietokantaan ja käyttöliittymänä oli Windows 98.

Tutkijoiden mielestä lapsilla voi olla tärkeä rooli uusien teknologioiden luomisessa lasten käyttöön. Tämän vuoksi he perustivat tutkimusryhmän, joka koostuu eri tieteenaloja ja eri sukupolvia edustavista henkilöistä: mukana on tietojenkäsittelytieteilijöitä, kasvatustieteilijöitä, kuvataiteilijoita, biologeja sekä opettajia ja peruskoululaisia.

Lasten kanssa työskenneltiin tässä projektissa kahdella eri tavalla: tutkijoiden laboratorioissa yhteistyötä tehtiin seitsemän 7 - 11 -vuotiaan lapsen kanssa ja samanaikaisesti paikallisissa peruskouluissa noin sadan 7 - 9 -vuotiaan lapsen kanssa. Ensiksi mainittuja, laboratoriotyössä mukana olevia lapsia, tutkijat kutsuvat nimellä *suunnittelukumppanit* (*Design Partners*) ja jälkimmäisiä, kouluissa yhteistyötä tekeviä, nimellä *tietolähteet* (*Informants*). Utta tässä projektissa oli, että aiemmin ei lapsia ole ollut näin laajamittaisesti mukana molemmissa rooleissa eikä opettajia suunnitteluryhmän jäsenenä. (SearchKids: Digital Libraries for Children)

Lapset suunnittelukumppaneina

Tässä projektissa suunnittelukumppaneina toimivat lapset nähtiin tärkeiksi koko suunnittelu-prosessin ajan heti ensimmäisistä tutkimuksen aivoriikokouksista alkaen. Tavoitteena oli, että lapsilla on samanarvoinen panos aikuisten kanssa suunnitteluryhmän jäsenenä, he keräävät tietoa yhtä paljon kuin aikuisetkin, ideoivat, testaavat ja kehittävät uusia prototyyppejä. Vaikka lapset eivät voikaan tehdä kaikkea mitä aikuiset voivat, tutkijat uskovat, että lapsilla pitää olla yhtäläiset mahdollisuudet antaa panoksensa suunnittelutyöhön joka tapauksessa. Kolmen viimeisen vuoden ajan tutkijaryhmä onkin kehitellyt uutta suunnittelumetodia, joka tukisi lasten toimintaa suunnittelukumppaneina. Tutkijat kutsuvat tätä metodia *yhteistoiminnalliseksi tutkimukseksi (cooperative inquiry)* (ks. myös Illi, tässä raportissa).

Tutkimuksessa (Druin *et al.* 2001) suunnitteluryhmä koostuu kahdesta tiedekunnan jäsenestä, yhdestä tutkinnon suorittaneesta oppilaasta ja kahdesta muusta oppilaasta, kahdesta henkilökunnan jäsenestä, kolmesta opettajasta sekä seitsemästä 7 - 11 -vuoden ikäisestä lapsesta. Opettajat ja oppilaat eivät olleet samasta koulusta. Ryhmän jäsenet tapaavat kahden iltapäivän ajan joka viikko. Kesällä pidettiin myös kaksi intensiiviviikkoa, jolloin ryhmä tapasi kuusi tuntia päivässä.

Mukana olevat lapset olivat työskennelleet jo aiemmissa projekteissa, joten laboratoriotyö oli heille tuttua. Sen sijaan opettajat eivät olleet osallistuneet uusien sovellusten kehittelyyn. Niinpä lapset ikään kuin toimivat ohjaajina opettajille, joille suunnittelutyö oli uutta. Eräs opettajista kertoikin, että oli aluksi hieman huolissaan miten ryhmässä pitäisi toimia. Hänen mielestään lapset kuitenkin tekivät tämän helpoksi, koska he tiesivät entuudestaan mitä olivat tekemässä. Hyvänä asiana opettaja piti myös sitä, että hän ei ollut mukana projektissa olevien lasten opettaja.

Tässä suunnitteluryhmässä lapset ja aikuiset toimivat tasavertaisina, joten ryhmän pitää siis yhdessä neuvotella päätöksistään. Lasten täytyy oppia luottamaan siihen, että vanhemmat kuuntelevat heidän mielipiteitään ja vastaavasti aikuisten pitää opetella jatkojalostamaan lasten ideoita. Toisaalta lasten huomattessa, että aikuiset ottavat heidän vakavissaan, myös heidän itsetuntonsa kasvaa. Tutkijoiden mielestä eri-ikäisistä koostuvan ryhmän aito kyky luottaa toistensa ideoihin ei synny hetkessä, vaan saattaa kestää jopa puoli vuotta ennen kuin se toimii. Suunnitteluprosessi voi myös tämän vuoksi kestää kauemmin kuin mitä on ennakoitu.

Lapset tietolähteinä

Aiemmissa tutkimusprojekteissa on huomattu, että valtarakenteet opettajien ja oppilaiden välillä vaikeuttavat aidon suunnittelukumppanuuden luomista lasten ja aikuisten välille. Koulun asettamat ajankäytön rajoitukset aiheuttavat sen, että suunnittelukumppanuuden luomiseen on vain vähän aikaa käytettävissä. Tutkijat kuitenkin halusivat enemmän lapsia ja opettajia mukaan kehitysprosessiin ja tämän vuoksi he päättivät ottaa tutkimukseen mukaan lapsia tietolähteen rooliin.

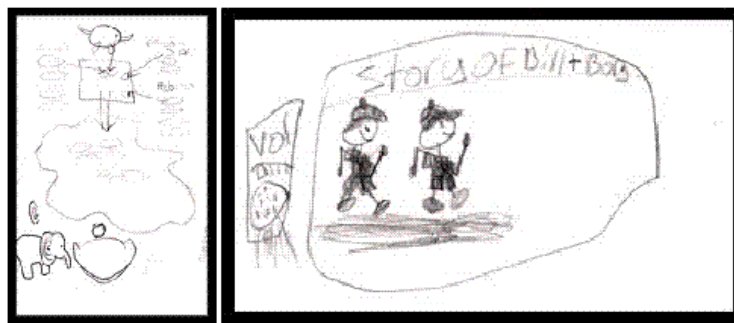
Tutkijat halusivat lasten mukanaoloa koko kehitystyön ajan. Ennen kuin uutta teknologiaa kehitetään, lapset saavat tehdä havaintoja olemassa olevista teknologioista tai heiltä saatetaan pyytää paperilla luonnoksia mahdollisista vaihtoehdoista. Kun uutta teknologiaa on jo kehitetty, lapset saavat jälleen siinä vaiheessa antaa panoksensa ja palautteensa. Näin lapset ovat tärkeä osa suunnitteluprosessia, vaikkakaan ei yhtä jatkuvasti kuin suunnittelukumppaneina olevat lapset.

Tässä tutkimusprojektissa noin sata lasta työskenteli tietolähteen roolissa. Lapsista puolet on poikia ja puolet tyttöjä, ja he edustavat useita eri kansallisuuksia. Lapset työskentelivät 1 - 2 yliopiston tutkijan kanssa korkeintaan tunnin kerrallaan ja korkeintaan kolme kertaa kouluvuoden aikana. Lapset antoivat näin merkittävän panoksen suunnitteluun ilman että heidän koulutyötään olisi kohtuuttomasti häiritty. Koulupäivän järjestelyjä on edesauttanut se, että näiden lasten opettajat ovat osaltaan mukana suunnitteluprosessissa suunnittelukumppaneina.

18.4. SearchKids-suunnitteluprosessi

Tutkijat aloittivat digitaalisen arkiston suunnitteluprosessin istunnolla, jota he kutsuvat nimellä prototyypointi vaatimattomin materiaalein (*low-tech prototyping*). Heistä oli tärkeää pitää aivoriihi, jossa ei tarvitse ottaa huomioon aiemmin tehtyä työtä, vaan voisi vapaasti ideoita ajatuksena "kaikki on mahdollista". Tätä varten suunnitteluryhmä jaettiin kolmeen ryhmään, joista jokainen koostui 2 - 3 lapsesta, yhdestä opettajasta ja 1 - 2 yliopiston tutkijasta. Jokaista ryhmää pyydettiin suunnittelemaan tulevaisuuden digitaalinen arkisto, joka sisältäisi kaiken sen tiedon eläimistä mitä he haluaisivat tietää (Kuva 1). Suunnitteluun oli materiaaleina käytettävissä paperia, savea, liimaa, narua ym.

Lopputuloksena syntyi kolme prototyyppiä, joista sitten aloitettiin digitaalisen arkiston suunnittelu. Ideoina tuli esiin, että käyttöliittymän ei tarvitse näyttää kirjalta, käyttöliittymän pitäisi pohjautua etsittäviin asioihin eli siinä pitäisi esiintyä eläimiä ja kyselyt pitäisi voida suorittaa graafisesti.



Kuva 1: Lasten muistiinpanoista: miltä digitaalisen arkiston pitäisi näyttää? (Druin *et al.* 2001).

Seuraavana suunnitteluprosessin osana päätettiin tutustua olemassa oleviin sovelluksiin ja arvioida niitä. Näin arvioitiin esim. Microsoftin "The Magic School Bus Explores the World of Animals", DK Multimedian "Amazing Animals Activity Center" ja Arc Softwaren "Premier

Pack: Wildlife Series” sekä ”The National Zoo” (Smithsonian National Zoological Park) ja ”Lincoln Park Zoo” (Lincoln Park Zoo).

Kutakin sovellusta käytti kaksi lasta. Yksi opettaja ja yksi yliopiston tutkija havainnoivat lasten sovelluksen käyttöä ja tekivät muistiinpanoja siitä, mitä lapset sanoivat ja tekivät sovellusta käyttäessään. Myös lapset tekivät muistiinpanoja kirjoittamalla liimalapuille kolme asiaa, joista he pitivät, ja kolme asiaa, joista eivät pitäneet. Lopuksi liimalaput koottiin taululle yhteenvetoa varten. Johtopäätöksenä näistä kokemuksista todettiin, että:

- tiedon haulle pitää olla tarkoitus, ja myös löydetyllä tiedolla pitää olla jotain käyttöä, ja
- sovelluksissa käytetyt hahmot, jotka kertovat lapselle mitä pitää tehdä, olivat lasten mielestä kiusallisia.

Aikaisempiin sovelluksiin tutustumisen jälkeen suunnitteluryhmä piti muutaman tapaamisen, jolloin ideoita kirjattiin ylös. Yksi ryhmää miellyttänyt idea oli, että sovelluksessa voitaisiin käyttää metaforana matkalle menemistä. Idea tuli yhdeltä 8-vuotiaalta ryhmässä mukana olleelta lapselta. Hän oli myös sitä mieltä, että matkalla pitäisi olla mukana ystäviä, mutta niiden ei pidä olla aiemmissa sovelluksissa käytettyjen hahmojen tapaan tunkeilevia. Toinen esiin noussut idea korosti, että käyttöliittymä pitäisi pohjautua etsittäviin asioihin – tässä tapauksessa eläimiin. Muut ideat kertoivat siitä, mitä lapset halusivat eläimistä tietää: mitä ne syövät, miten ne liikkuvat, missä ne elävät, mihin eläinryhmään ne kuuluvat.

18.5. Testaus

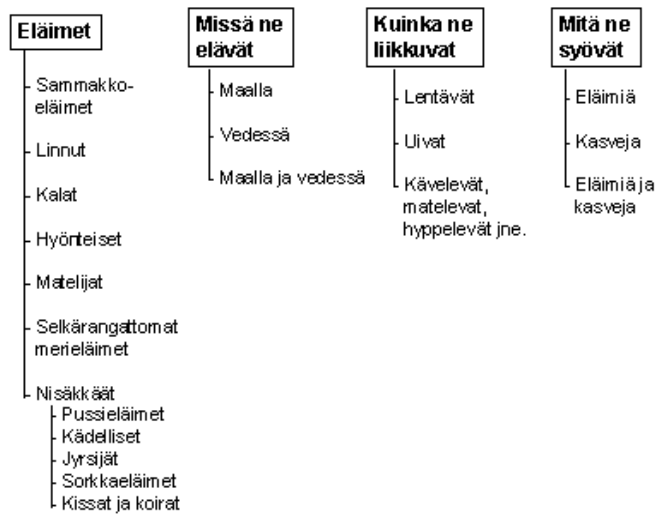
Tutkijaryhmä totesi, että he tiesivät hyvin vähän siitä, miten lapset todellisuudessa etsivät eläimiä ja kuinka monimutkaisia heidän kyselynsä saattavat olla. Tämän vuoksi he toteuttivat empiirisen tutkimuksen – ensin paperiprototyypillä ja myöhemmin tietokoneella.

Tässä tutkimuksessa tietolähteinä oli mukana kaikkiaan 106 toisen ja kolmannen luokan oppilasta Washington DC:ssä sijaitsevasta koulusta (Yorktown Elementary School). Lapset jaettiin kahteen ryhmään, joista ensimmäinen ryhmä testasi paperiprototyyppiä ja toinen ryhmä prototyyppiä tietokoneella. Kummassakin testauksessa lapset työskentelivät kahden hengen ryhmissä; ryhmän jäsenet olivat samaa sukupuolta ja samalla luokka-asteella olevia lapsia.

Paperi- ja tietokoneprototyyppitestauksessa pyrkimyksenä oli selvittää kahta asiaa:

- lasten hakutehokkuutta heidän etsiessään tiettyä eläintä hierarkkisesti lajitellusta aineistosta ja
- lasten kykyä muodostaa hakuja.

Sekä paperiprototyypissä että tietokoneprototyypissä tieto oli jaettu neljään päähierarkiaan: eläimet I. biologinen luokittelu (*Animals*), missä ne elävät (*Where They Live*), kuinka ne liikkuvat (*How They Move*) ja mitä ne syövät (*What They Eat*) (Taulukko 1).



Taulukko 1: Tiedon hierarkkinen organisointi sekä paperi- että tietokoneprototyypissä

Paperiprototyyppi

Tässä testiryhmässä oli mukana kaikkiaan 56 osallistujaa. Toisen luokan oppilaita oli heistä 30 ja kolmannen luokan oppilasta 26. Lapset toteuttivat testauksen kahden, samaa sukupuolta olevan, lapsen pareissa.

Paperiprototyypitutkimusta varten sijoitettiin eläinten kuvia kirjekuoriin siten, että ne muodostivat hierarkkisen lajittelun. Suurimpia (15" x 12") kirjekuoria oli pääluokkien mukaiset neljä kappaletta (Kuva 2). Jokaiseen neljään kirjekuoreen liimattiin kyseistä pääluokitusta vastaavia kuvia ja kirjoitettiin myös luokan nimi. Jokaisen kuoren sisällä oli pienempiä kirjekuoria, jotka nimettiin ja kuvitettiin kyseisen pääluokan sisältämien alaluokkien mukaan. Nisäkkäät -luokan kirjekuoren sisällä oli vielä joukko pienempiä kuoria, jotka olivat kyseisen luokan alaluokkia.



Kuva 2: Suurimmat neljä kirjekuorta esittävät pääluokkia (Revelle *et al.* 2000)



Kuva 3: Eläimet-luokan alaluokkien kuoret ja yhden kuoren kortit (Revelle *et al.* 2000)

Pienimmissä kirjekuorissa oli valkoisia kortteja, joissa kussakin oli yhden kyseiseen luokkaan kuuluvan eläimen värikuva ja nimi (Kuva 3). Jokainen eläin oli siis löydettävissä minkä tahansa luokan alta etsimällä.

Kirjekuorten lisäksi oli kaksi erillistä korttia, jotka kuvasivat Danaa ja Kyleä (Kuva 4), lapsia avustavia hahmoja (*search kids*).



Kuva 4: Dana ja Kyle -kortit paperiprototyypissä (Revelle *et al.* 2000)

Testausta suorittava lapsipari istui lattialla edessään aluksi neljä suurta pääluokkaa esittävää kirjekuorta. Heitä pyydettiin nyt etsimään kirjekuorten joukosta eläinten kuvia kahdella eri tapaa:

- Ensiksi pyydettiin etsimään neljä *tiettyä eläintä*. Nämä neljä eläintä pyydettiin etsimään neljässä eri järjestyksessä, jolloin jokainen eläin esiintyi joka hakukohtassa kertaalleen.
- Toiseksi heitä pyydettiin etsimään *eläinryhmiä*. Kun lapset etsivät eläinryhmiä, heitä pyydettiin laittamaan noita ryhmiä esittävät kirjekuoret Dana ja Kyle -hahmoja esittävien korttien päälle.

Jokaista paria pyydettiin tekemään ensin yksinkertainen haku (*single-factor search query*) - esim. kaikki hyönteiset, yksi unionihaku (*union search query*) - esim. kaikki matelijat ja sammakkoeläimet - ja yksi leikkaushaku (*intersection search query*) - esim. kaikki linnut jotka elävät maalla. Haut pyydettiin tekemään mainitussa järjestyksessä.

Tästä kokeesta selkeimpänä havaintona ilmeni, että sukupuolesta riippuen hakutavat poikkesivat toisistaan. Pojilla oli tapana tyhjentää kaikki kirjekuoret lattialle haluamiensa eläinten

löytämiseksi, kun taas tytöt olivat varovaisempia hakutavoissaan. Tytöistä näytti aika ajoin olevan mielenkiintoisempaa vain selata kuvia kuin etsiä kyseessä oleva eläin. Näiden kokemusten perusteella tutkijat päätyivät käsitykseen, että sovelluksen pitäisi tukea molempia edellä kuvattuja hakutapoja yhtä tehokkaasti.

Prototyyppi tietokoneella

Seuraavana vaiheena oli vuorovaikutteisen luonnoksen suunnittelu. Ajatuksena oli auttaa selventämään aiemmin esiin nousseita ideoita. Luonnoksen teki ryhmän kuvataiteilija käyttäen KidPadia, lapsille tarkoitettua zoomattavaa hallintatyökalua. Suunnitteluryhmä paranteli ideoita hänen luonnoksensa pohjalta. Selveni myös, miten lapsia avustavien animaatiohahmojen pitäisi käyttäytyä sovelluksessa: ne eivät käske tekemään asioita vaan mieluummin kuvasivat muodostettua kyselyä. Myös ajatus, mitä saaduilla hakutuloksilla voisi tehdä, kypsyi tässä vaiheessa. Suunnitteluryhmä oli jo aiemmin ollut mukana KidPad:n kehittämisessä (KidPad: A Collaborative Storytelling Tool for Children), ja näytti järkevältä rakentaa digitaalisen arkiston sovellus KidPad:n pohjalle. Käyttöliittymän ulkoasu tarkentui esittämään eläintarhaa.

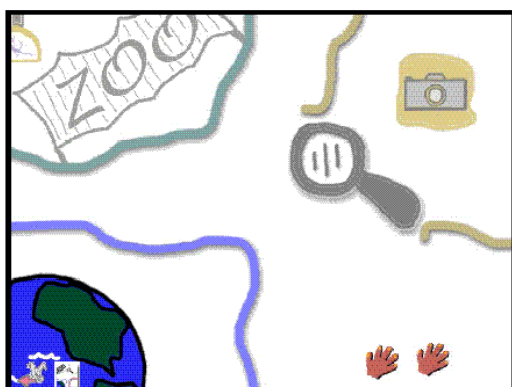
Suunnitteluryhmä jatkoi käyttöliittymän parantelua ensimmäisen toimivan prototyypin pohjalta. Tässä vaiheessa Microsoft Access -tietokantaan syötettiin 45 eläimen kuvat. KidPad, jonka päälle käyttöliittymä rakennettiin, oli alun perin kehitetty tukemaan lasten yhteistoiminnallista tarinankerrontaa (Sommers-Piiroinen, tässä raportissa). Sekä KidPad että SearchKids -sovelluksissa käytetään Jazzia, Javan työkalua, joka mahdollistaa useamman hiiren yhtäaikaisen käytön. Käyttöjärjestelmänä on Windows 98. Prototyypin pääperiaatteina huomioitiin, että:

- käyttöliittymä on tehty erityisen visuaaliseksi, ja siinä on pyritty välttämään tekstin käyttöä niin paljon kuin mahdollista ja näin vähennetty kognitiivista kuormitusta, ja
- hiiren käyttö on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi: kaikki toimenpiteet tehdään hiirtä kerran klikkaamalla, kaksoisklikkausta tai hiirellä raahaamista ei käytetä.

Kun tämä interaktiivinen prototyyppi oli riittävän pitkällä ollakseen käyttökelpoinen, se vietiin kouluihin tietolähteenä toimivien lasten käytettäväksi.

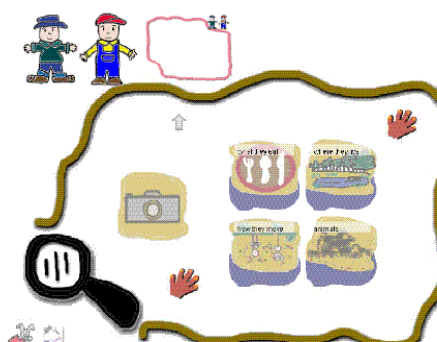
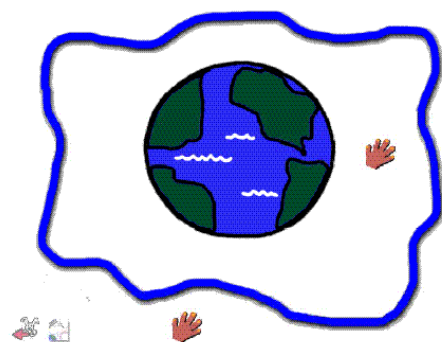
Tämänhetkinen SearchKids koostuu kolmesta alueesta (Kuva 5): eläintarha-alue (*The Zoo Area*), maailma-alue (*The World Area*), hakualue (*The Search Area*), joista käyttäjät voivat etsiä tietoa eläimistä. Alueiden välillä käyttäjät voivat kulkea vapaasti määränpäättään klikaten tai käyttäen ”kotiin” tai ”takaisin” -kuvakkeita, jotka löytyvät aina näytön alareunasta.

Eläintarha-alue (Kuva 6) tarjoaa mahdollisuuden selata eläintietokantaa. Eläintarha-alueelle sisään astuttaessa käyttäjä voi klikata alueen kartalta (esim. matelijatalon), jonka jälkeen voi klikata haluamansa eläimen (esim. sisiliskon) kuvaa.



Kuva 5: SearchKids päänäkö (Druin *et al.* 2001) Kuva 6: Eläintarha-alue (Druin *et al.* 2001)

Maailma-alueella (Kuva 7) tietoa voi etsiä maantieteellisesti. Alue näyttää lapsille maapallon, jota voi pyörittää ja tarkentaa. Tarkentamalla tiettyyn alueeseen, voi löytää tietoa sen alueen elimistöön kuuluvasta eläimestä. Esimerkiksi jääkarhuista tietoa hakiessaan lapset voivat tarkentaa Pohjoisnavalle ja sieltä löytyvää jääkarhun kuvaa klikkaamalla saada siitä tietoa. *Maailma-alue* ei ole vielä täydellisesti toteutettu tässä prototyypissä.



Kuva 7: Maailma-alue (Druin *et al.* 2001)

Kuva 8: Hakualue (Druin *et al.* 2001)

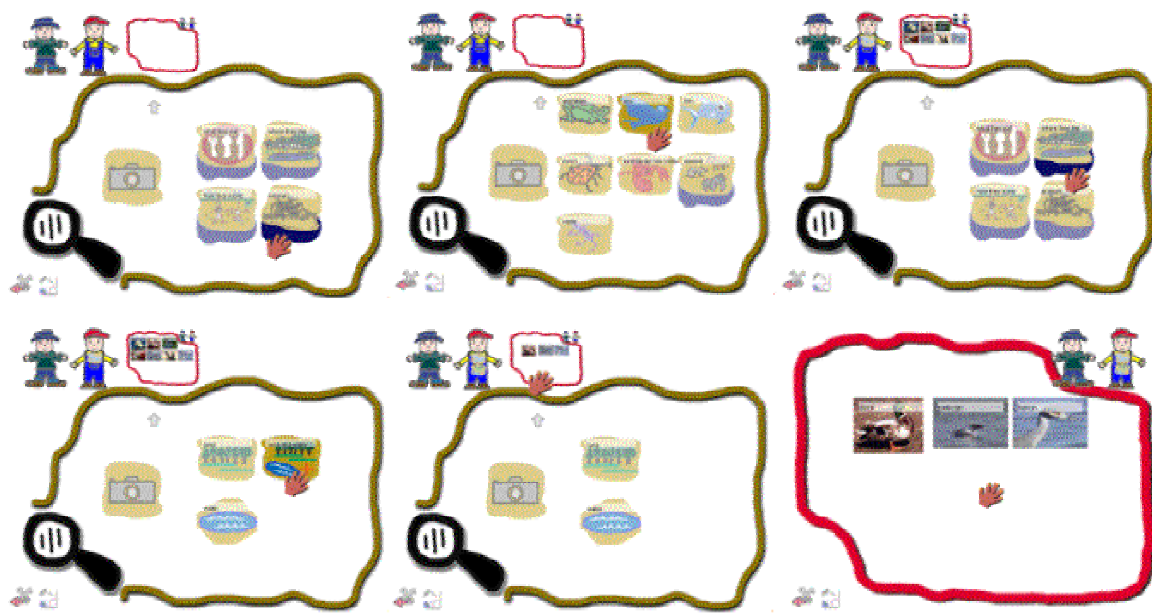
Hakualue (Kuva 8) antaa käyttäjälle mahdollisuuden muodostaa kyselyjä ja tarkentaa niitä visuaalisesti. Koska tällä hetkellä tietokannassa on eläimistä saatavilla vain kuvia, tietotyyppiä edustaa tässä versiossa kamera, joka siis kertoo että etsitään kuvia. Tällä alueella eläimistä voidaan etsiä tietoa sen perusteella, mitä ne syövät, missä ne elävät, kuinka ne liikkuvat ja biologiseen luokitteluun pohjautuen. Hierarkiassa syvemmälle voidaan liikkua klikkaamalla päähierarkian alla olevaa varjostusta ja palata takaisin ylös osoittavaa nuolta klikkaamalla.

Esimerkkihaku "Linnut jotka elävät maalla ja vedessä" on askel askeleelta selvitettyinä kuvassa 9, jossa haku tehdään ensin valitsemalla "Eläimet" ja sen jälkeen sen alaluokasta "Linnut". Tämän jälkeen palataan päätasolle ja valitaan "Missä ne elävät" ja sen jälkeen sen alaluokasta "Maalla ja vedessä". Tässä haussa hakukriteereja on siis kaksi: "Linnut" ja "Maalla ja vedessä".

Käyttöliittymässä mukana olevat hahmot Kyle ja Dana esittävät visuaalisesti lasten muodostamia kyselyjä. Kun jotakin osiota hakualueella on klikattu, tulee se samalla osaksi kyselyä ja osio myös näkyy Kylellä tai Danalla. Jos klikkaa Kylellä tai Danalla olevaa osiota,

palaa se alkuperäiseen paikkaansa ja poistuu samalla kyselyehdoista. Metaforana on ajateltu, että nämä hahmot ovat hakulapsia, joille tietoa etsivä lapsi antaa haluamiaan asioita esittävät ikonit etsittäväksi.

Kylen ja Danan oikealla puolella on alue, jossa näkyy tämänhetkisen kyselyn tulokset. Näin käyttäjän on helppo huomata, onko tietokannassa yhtään heidän kyselyynsä vastaavaa tietoalkiota. Kyselytuloksiin voidaan myös suoraan zoomata (tämä ominaisuus ei ollut saatavilla vielä koulussa tehdyn testauksen aikana). Esimerkkihaussa (kuva 9) hakualueella näkyy "Lintujen" klikkaamisen jälkeen kaikki tietokannasta löytyneet linnut ja "Maalla ja vedessä" klikkaamisen jälkeen haku tarkentuu ja tulosalueelle jää näkyviin vain ne linnut, jotka elävät maalla ja vedessä. Tätä tulosaluetta klikkaamalla saa haun lopulliset tulokset suurennettuna katseltavaksi.



Kuva 9: Esimerkkihaku "Linnut jotka elävät maalla ja vedessä" askel askeleelta

(Revelle *et al.* 2000)

Tietokoneella tehdyssä testauksessa lapset istuivat pöydän ääressä ja käyttivät Sony:n kannettavaa tietokonetta, johon sovellus oli käynnistetty. Prototyypin toiminnallisuus näytettiin ensin lapsille ja he saivat muutaman minuutin ajan kokeilla ikonien klikkaamista ennen kuin varsinainen testaus alkoi.

Tietokonetestausta tekemässä oli yhteensä 50 osanottajaa. Tämä ryhmä koostui 22 toisen luokan oppilaasta ja 28 kolmannen luokan oppilaasta.

Tietokoneprototyypitestausta tehtiin - kuten paperitestausta - kahden samaa sukupuolta olevan lapsen ryhmissä. Myös hakutehtävät olivat samat kuin paperitestausta eli:

- ensimmäisenä tehtävänä pyydettiin etsimään tiettyä eläintä, ja
- toisena tehtävänä pyydettiin etsimään eläinryhmiä.

Testausten jälkeen tutkijat haastattelivat lapsia kysyen heidän vaikutelmiaan. Lapsilta kysyttiin, oliko heidän mielestään vaikea vai helppo löytää eläimet sekä oliko se hauskaa vai ei.

Lisäksi heiltä kysyttiin, olisivatko he muuttaneet jotakin tehdäkseen hakemisen paremmaksi tai helpommaksi.

18.6. Tulokset

Lapset mukana suunnittelussa

Tutkijoiden mielestä sekä suunnitteluryhmässä suunnittelukumppaneina että kouluissa tietolähteinä olleet lapset ovat auttaneet huomattavasti suunnittelutyötä. Toinen selkeä havainto koski opettajia: Tutkijoiden mielestä oli tärkeää, että opettajat eivät olleet ryhmässä mukana olevien lasten opettajia, jolloin kanssakäyminen opettajien ja lasten kesken oli tasa-arvoista. Tutkijat pitivät onnistuneena sitä, että lapsilla oli ennestään kokemusta laboratoriotyöstä, kun taas opettajat tulivat mukaan myöhemmin. Myös opettajien osuus suunnitteluprosessissa oli tärkeä sekä itse suunnittelussa että myös helpottamassa tutkijoiden työtä kouluissa.

Yksi mielenkiintoisimmista havainnoista oli, että lapset eivät vain halua hakea tietoa, vaan he myös haluavat käyttää löytämäänsä tietoa johonkin tarkoitukseen. Tiedon hakuun tai selailuun pitää siis olla parempikin syy kuin vain se, että joku aikuinen on pyytänyt niin tekemään. Tämän vuoksi tutkijoiden pyrkimyksenä on jatkossa kehittää digitaalisen arkiston ja hallintatyökalujen välistä yhteyttä.

Erittäin selkeästi kävi ilmi, että käyttöliittymän pitää olla sisältöspesifinen. Esimerkiksi jos kehitetään käyttöliittymä sovellukseen, jossa etsitään tietoa kasveista, eläintarha-alue on tällöin tarpeeton. Lapsille tämä sisältöspesifisyys näyttää olevan erittäin tärkeä asia. Lapset näkevätkin jossain määrin digitaalisen arkiston – ei arkistona joka koostuu kirjoista – vaan paikkana vaellella ympäriinsä tietoa etsien.

Lasten hakutehokkuus

Sekä paperi- että tietokoneprototyypitesteissä pyrkimyksenä oli ensinnäkin selvittää lasten hakutehokkuus heidän etsiessään tiettyä eläintä hierarkkisesti lajitellusta aineistosta.

Haun tehokkuuden selvittämiseksi paperitesteissä tutkijat kirjasiivat ylös jokaisen avatun kirjekuoren siinä järjestyksessä, kun lapset niitä avasivat etsiäkseen tiettyä eläintä. Tietokoneprototyypissä sovellus kirjasi jokaisen hiiren klikkauksen muistiin. Tästä tehtiin yhteenvedo, jolla selvitettiin montako turhaa kirjekuorta lapset avasivat tai montako turhaa ikoniklikkausta tekivät. Toisin sanoen, hakutehokkuus oli se lukumäärä askeleita, joka ylitti minimimäärän, jolla tieto olisi mahdollista löytää lapsen valitseman hierarkiahaaran kautta.

Hakutehokkuudet paperi- ja tietokonetesteissä pisteytettiin 2 (luokka-aste) $\times 2$ (sukupuoli) $\times 2$ (testitapa) $\times 4$ (askelmäärä) varianssianalyysillä. Tämän analyysin tulokset osoittivat merkittävää eroa testitapojen välillä, $F(1,96) = 14.75$, $p < .0001$, merkittävää sukupuolen vaikutusta testeittäin, $F(1,96) = 4.75$, $p < .05$ ja merkittävää eroa askelmäärissä, $F(3,288) = 2.92$, $p < .05$. (Taulukko 2)

Haut osoittautuivat merkittävästi tehokkaammiksi tietokoneella tehtynä kuin paperitesteissä. Tyttöjen haut olivat merkittävästi tehokkaampia tietokoneella tehtynä kuin paperitesteissä tehtynä, kun taas poikien välillä ei ollut merkittävää eroa testasivat he sitten

paperiprototyypillä tai tietokoneella. Lisäksi tulokset osoittivat, että haut tulevat kerta kerralta tehokkaammiksi, osoittaen näin harjoittelun merkityksen. Tutkimukset osoittivat myös, että merkittävää eroa tietyn eläimen haussa verrattuna muihin ei ollut.

Testivaihe			
Ensimmäinen	Toinen	Kolmas	Neljäs
0.67	0.60	0.42	0.29

Sukupuoli / testitapa	Paperi	Tietokone
Tytöt	0.89	0.21
Pojat	0.54	0.35
Kaikki	0.69	0.28

Taulukko 2: Hakutehokkuus: mitä alhaisempi pistemäärä, sitä tehokkaampi haku.

Lasten kyky muodostaa hakuja

Toisena pyrkimyksenä sekä paperi- että tietokoneprototyypitestauksessa oli selvittää lasten kykyä muodostaa hakuja. Tämän selvittämiseksi tutkittiin lasten yrityksiä kun he muodostivat hakuja löytääkseen eläinryhmiä (yksinkertainen haku, unionihaku ja leikkaushaku). Hakukysely pisteytettiin asteikolla 0:sta 1:een, jossa 1 on suurin mahdollinen pistemäärä, jonka saa kun haku on täysin oikein. Näin muodostetut pisteet analysoitiin 2 (luokka-aste) x 2 (sukupuoli) x 2 (testitapa) x 3 (kyselytyyppi) varianssianalyysillä.

Tämän analyysin tulokset osoittivat merkittävää eroa testitapojen (paperi/tietokone) välillä, $F(1,94) = 14.96$, $p < .0001$, merkittävää eroa kyselytyyppien (yksinkertainen/unioni/leikkaus) välillä, $F(2,188) = 3.12$, $p < .05$, merkittävää yhteyttä testitavan ja kyselytyypin välillä, $F(2,188) = 7.15$, $p < .05$ ja merkittävää yhteyttä sukupuolen ja kyselytavan välillä, $F(2,188) = 7.15$, $p < .001$. (Taulukko 3).

Kyselytyyppi / testitapa	Yksinkertainen	Unioni	Leikkaus	Kaikki
Paperi	0.58	0.79	0.53	0.64
Tietokone	0.87	0.82	0.86	0.85
Tytöt	0.72	0.85	0.61	
Pojat	0.72	0.75	0.76	
Kaikki	0.73	0.81	0.69	

Taulukko 3: Hakukyselyjen pisteet asteikolla 0 - 1, jossa 1 on tarkin.

Tulokset osoittavat kaiken kaikkiaan, että hakukyselyt olivat tarkempia tietonetestauksessa kuin paperitestauksessa. Kyselytyypeistä merkittävästi onnistuneempia olivat unionihaut verrattuna leikkaushakuihin, mutta kumpikaan näistä ei merkittävästi eronnut yksinkertaisen

haun onnistumistasosta. Tämä päähuomio kuitenkin ilmenee kahdessa eri yhteydessä siten, että:

- sekä yksinkertaisissa hauissa että leikkaushauissa näytti tietokoneella tehdyt haut olevan merkittävästi tarkempia kuin paperitestauksessa, mutta unionihaussa ei testiolosuhteiden välillä ollut eroa, ja
- tytöillä unionihaut olivat merkittävästi onnistuneempia kuin leikkaushaut, kun taas pojilla ei ollut merkittävää eroa kolmen eri kyselytyypin välillä.

Tulosten yhteenveto

Yleisesti ottaen lapset hakivat melko tehokkaasti tiettyä eläintä. Kaiken kaikkiaan hakutehokkuus oli 0.48. Keskimäärin lapset katsoivat siis vähemmän kuin yhden ylimääräisen kirjekuoren tai tekivät vähemmän kuin yhden ylimääräisen klikkauksen hakua kohden verrattuna siihen minimimäärään, millä heidän etsimänsä eläin olisi löytynyt. Lapset onnistuivat pyrkimyksessä löytää jokainen haettu eläin niin vähillä askeleilla kuin mahdollista. Lasten hakutehokkuus myös parani tässä tutkimuksessa mukana olleen neljän eläinhaun aikana. Lisäksi lapset, jotka käyttivät tietokonetta, tekivät haut merkittävästi tehokkaammin kuin ne, jotka käyttivät paperiprototyyppejä.

Yksi poikkeus "vähimpien mahdollisten askelten" -strategiasta ilmeni: tyttöjen paperiprototyypillä tekemät haut olivat merkittävästi vähemmän tehokkaita kuin haut, jotka he tekivät tietokoneella, tai poikien haut kummallakaan prototyypillä. Ylimääräisten askelten määrät olivat kuitenkin pieniä; tytöillä prototyyppien hakutehokkuuden keskiarvo oli 0.89 eli kuitenkin vähemmän kuin yksi ylimääräinen kirjekuoren avaus tai yksi ylimääräinen hiiren klikkaus.

Lapset olivat myös taitavia muodostaessaan hakuja. Kaikkien hakutyypien ja koko otantamäärän keskiarvo oli 0.72 (maksimina 1.0). Lisäksi tietokoneprototyyppejä käyttäneet lapset saavuttivat 85 %:n hakujen onnistumisasteen, mikä oli merkittävästi korkeampi kuin paperiprototyyppejä käyttäneiden. Tutkimus osoitti, että jopa pienet lapset voivat hakea tehokkaasti ja täsmällisesti tietoa.

SearchKids-prototyyppeihin onkin rakennettu monenlaisia haun tekemistä tukevia toiminnallisuuksia. Ensinnäkin: hakukäyttöliittymä on visuaalisesti konkreettinen ja mahdollistaa suoran hakuelementtien käsittelyn. Nämä toiminnallisuudet on suunniteltu tukemaan lapsia sellaisten hakukyselyjen rakentamisessa, joita he eivät kykenisi tavallisella tekstipohjaisella hakutyökalulla toteuttamaan.

Toiseksi: koska meneillään oleva hakuprosessi näkyy samanaikaisesti samalla ruudulla kun hakukyselyä muodostetaan, lapsen on helppo nähdä, onko hänen kyselynsä oikein muotoiltu vai ei. Näin hän voi tarvittaessa oikaista tai muuttaa kyselyään. Tämän välittömän palautteen näkyminen lienee yksi syy siihen, että tietokoneprototyypillä testaustulokset olivat merkittävästi parempia kuin paperiprototyypillä tehtynä.

Kolmanneksi: johtuen tavasta, jolla tieto on organisoitu ja hakuohjelmisto kirjoitettu, lasten ei tarvitse tehdä eroa leikkaushaun ja unionihaun välillä. Tämä vähentää tehtävän kognitiivista

monimutkaisuutta antaen lapsille mahdollisuuden keskittyä ensin ainoastaan oikeiden parametrien määrittämiseen suorittaakseen haluamansa haun.

Tutkijoiden mielestä visuaalisen, Boolean-logiikan sisältävän, käyttöliittymän avulla lapset voivat käyttää hierarkkista rakennetta hakujen esittämiseen aiempaa tehokkaammin. Näiden tulosten perusteella tutkijoiden mielestä SearchKids:n kaltainen visuaalisesti konkreettinen käyttöliittymä voi tarjota ensimmäisen askeleen siihen suuntaan, että lapset oppivat ymmärtämään ja käyttämään Boolean-logiikkaa kyselyissä.

18.7. Tulevaisuus

Tutkijoita kiinnostaa, mitä tapahtuisi jos useammat lapset yhdessä etsivät tietoa. Niinpä he odottavat tulevaisuudessa mahdollisuuksia monen käyttäjän ympäristössä navigointiin ja hakuihin. Jo nykyisessä SearchKids-sovelluksessa on toiminnallisuus rakennettu niin, että se mahdollistaisi usean hiiren yhtäaikaisen käytön.

Tietokannan sisältö tulee myös monipuolistumaan: lisätään videoita, ääntä ja tekstiä. SearchKids:stä yhteyden kehittäminen KidPad:iin on myös meneillään. Näiden lisäysten myötä tullaan tarvitsemaan jatkossa myös empiirisiä kokeita, jotka kohdistuvat nuorempiin lapsiin – iältään 5 - 6 vuotta.

18.8. Pohdinta

Tutkijat ovat saavuttaneet varsin hyviä kokemuksia siitä, että lapset ovat mukana suunnittelemassa heille ja heidän ikätovereilleen suunnattua uutta sovellusta. Tällaisen osallistumisen järjestäminen tuntuu hyvältä ajatukselta yleisemminkin ja on varmasti melko helposti toteutettavissakin. Sen sijaan kriittisemmin suhtaudun ajatukseen, että lapset oppivat SearchKids:n kaltaista sovellusta käyttäessään ymmärtämään Boolean-logiikkaa. Toisaalta eihän sen tarvitse olla tavoitteenakaan, jos pystytään suunnittelemaan kohderyhmän ikäisille heidän tasoaan ja taitoaan muuten vastaava toimiva visuaalinen käyttöliittymä.

Toistaiseksi SearchKids-tietokanta on myös varsin pieni (tiedot 45 eläimestä), joten tutkimuksen uudistaminen sitten kun tietoa on kymmen- tai satakertaisesti, olisi paikallaan. Tutkimuksen toistaminen myös sitten, kun tietokantaan saadaan kuvien lisäksi videoita, ääntä ja tekstiä, olisi varmaan paikallaan. Tutkijat itsekin arvioivat jatkossa tarvittavan empiirisiä kokeita, joiden kohderyhmänä olisi pienemmät lapset: 5 - 6 -vuotiaat. Tällaista tutkimusta olisikin mielenkiintoista verrata nyt suoritettujen tutkimusten tuloksiin, koska suoritettussa tutkimuksessa ei vertailtu ikäryhmittäin hakutapojen käyttöä tai tehokkuutta.

Tämä prototyyppi ei liene tarkoitettukaan hyötykäyttöön, vaan vasta sitten kun tietoa on eläimistä laajemmin sekä kuvina, videoina, äänenä että tekstinä, voisi SearchKids-sovellusta käyttää esimerkiksi kouluissa. Tällöin päästäisiin tutkimaan myös sitä mielenkiintoista seikkaa, lisääkö digitaalisten arkistojen käyttömahdollisuus lasten mielenkiintoa kyseiseen aiheeseen tai parantaako se oppimista.

Lähdeluettelo

- Ahlberg, C., Williamson, C., & Shneiderman, B. (1992). Dynamic Queries for Information Exploration: An Implementation and Evaluation. *Proceedings of Human Factors in Computing Systems (CHI 92)*, ACM Press, pp. 619-626
- Druin, A., Bederson, B. B., Hourcade, J. B., Sherman, L., Revelle, G., Platner, M., & Weng, S. (2001). Designing a digital library for young children. *Proceedings of the first ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, pp. 398 - 405.
- Fishkin, K., & Stone, M. C. (1995). Enhanced Dynamic Queries Via Moveable Filters Papers: Information Visualization. *Proceedings of Human Factors in Computing Systems (CHI 95)*. ACM Press, pp. 415-420.
- KidPad: A Collaborative Storytelling Tool for Children. <<http://www.kidpad.org>>. Viitattu 17.12.2001.
- Lincoln Park Zoo. <<http://www.lpzoo.com>>. Viitattu 17.12.2001.
- Revelle, G., Druin, A., Platner, M., Weng, S., Bederson, B. B., Hourcade, J. B., & Sherman, L. (2000). Young children's search strategies and construction of search queries. Revised version to appear in *Journal of Science Education and Technology*. HCIL-2000-19, CS-TR-4187, UMIACS-TR-2000-68, September 2000. <<ftp://ftp.cs.umd.edu/pub/hcil/Reports-Abstracts-Bibliography/2000-19html/2000-19.pdf>>. Viitattu 6.11.2001.
- SearchKids: Digital Libraries for Children. <<http://www.cs.umd.edu/hcil/kiddesign/searchkids.shtml>>. Viitattu 17.12.2001.
- Smithsonian National Zoological Park. <<http://natzoo.si.edu>>. Viitattu 17.12.2001.
- Walter, V. A., Borgman, C. L., & Hirsh, S. G. (1996). The Science Library Catalog: A Springboard for Information Literacy. *School Library Media Quarterly*, 24, pp. 105-112.

19. Krikitit – automaatiotyökaluja lapsille

Tommi Kinnunen

19.1. Johdanto

Tiedettä pidetään kansanomaisesti katsottuna "kognitiivisena" toimintana – mieleen liittyvänä tiedonalana. Mutta tieteessä on myös fyysisempi perinne, jossa tiedemiehet (tai naiset) eivät vain mittaa ja teoretisoi vaan rakentavat laitteita. Todellakin monet tärkeistä keksinnöistä tieteen historiassa ovat perustuneet tieteeseen, insinööritaitoon ja suunnitteluun. (Resnick *et al.* 2000)

Tämä luku kuvaa Beyond Black Boxes (BBB) -projektia, joka keskittyi uusiin ohjelmoitaviin työkaluihin ja materiaaleihin, jotka antavat lapsille mahdollisuuden luoda, kustomoida ja personoida omia tieteellisiä laitteita. Laitteet todellakin ovat mielenkiintoisia ja omalaatuisia. Tässä esiteltävissä projekteissa käytetään pieniä täysin ohjelmoitava laitteita – *krikettejä (crickets)*, joita oppilaat voivat lisätä (ja yhdistää) jokapäiväisiin laitteisiin. Krikitit voivat kontrolloida moottoreita ja valoja, vastaanottaa tietoa antureilta ja kommunikoida keskenään toistensa kanssa infrapuna-yhteyden kautta. Koska krikitit ovat yleiskäyttöön tarkoitettuja tietokoneita, oppilaat voivat ohjelmoida ja hyödyntää niitä monissa erilaisissa itsetehdyissä laitteissa. Koska ne ovat pieniä, liikuteltavia, kestäviä ja kykeneviä kommunikoidaan toistensa kanssa, oppilaat voivat käyttää niitä uusilla ja omaperäisillä tavoilla. Vaikka toisaalta krikitit laajentavat perinteistä näkemystä arkipäiväisten laitteiden suunnittelussa ja toisaalta voimistavat yksilöllistä suhdetta käyttäjän ja laitteen välillä, ne mahdollistavat sidokset tieteellisten tutkimusten ja henkilökohtaisesti suunniteltujen jokapäiväisten esineiden välillä. (Resnick *et al.* 2000)

19.2. Taustaa

Tämä tutkimus on yksi osa suurempaa kokonaisuutta, jossa aikaisemmin on tutkittu krikettien edeltäjiä. Aina 1960-luvun loppupuolelta alkaen tutkimusryhmä on keittänyt rakennussarjoja lapsille. Yksi aikaisemmista töistä, jota johti Papert, koski Logo-ohjelmointikieltä. Logon

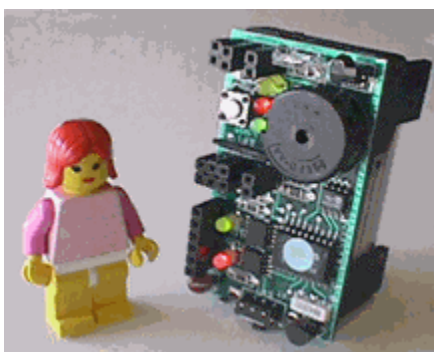
suosittu käyttö johti "lattiakilpikonnaan" (*floor turtles*), jotka olivat pieniä robotteja. Robotit piirsivät piirroksia paperille lasten tekemien Logo-ohjelmien perusteella. (Martin *et al.* 2000)

1980-luvun puolivälissä tutkimusryhmä aloitti yhteistyön Lego yhtiön kanssa. Näin syntyi LEGO/Logo projekti, jossa Logo-kielen avulla ohjelmoitiin LEGO-palikoita (*Lego Bricks*) (lähinnä kyse oli siis tekniikka-Legoista moottoreista, rattaista, valoista jne.). Tämä oli ensimmäinen rakennussarja robotiikan alalta, joka oli yleisesti saatavilla. Tässä vaiheessa rakennetut laitteet piti vielä yhdistää johdoilla, mikä luonnollisesti rajoitti liikuteltavuutta. Juuri tämä liikuteltavuuden puute sai tutkijat miettimään uusia ideoita, joiden pohjalta siis kehitettiin tässä tutkimuksessa käsiteltävät kriketit. (Martin *et al.* 2000)

Lopullisen alkusysäyksen krikettien (ja niiden edeltäjien) kehittämiseksi antoi luonnollisesti tekniikan kehittyminen. Koska tietotekniikka kehittyi kokoajan, myös kriketeistä tai aikaisemmin ohjelmitavista palikoista (*Programmable Brick*) pystyttiin tekemään pieniä. Vuosina 1994 ja 1996 luotiin toisen sukupolven ohjelmitava palikka (*Red Brick*). Seuraavaksi kehitettiin laite jota kutsuttiin Thinking Tagiksi (*Thinking Tag*). Se oli elektroninen nimilappu, jossa oli infrapuna-yhteys. Näiden projektien jälkeen käynnistyi tässä luvussa esiteltävien krikettien kehittäminen. (Martin *et al.* 2000)

19.3. Krikettien tekniikasta

Uusi tekniikka tarvittiin tukemaan oppilaita suunnittelemaan ja rakentamaan omia tieteellisiä laitteita. Osana BBB ponnisteluja kehitettiin siis uusi kokonaisuus pieniä laskennallisia laitteita, joita kutsutaan kriketeiksi (kuva 1). Kriketit ovat jonkin verran samanlaisia kuin ohjelmitavat LEGO/Logo-palikat, jotka MIT Media Lab (Martin *et al.* 2000; Sargent *et al.* 1996) kehitti aikaisemmin, mutta ne ovat paljon pienempiä ja kevyempiä ja niissä on parannetut kommunikointimahdollisuudet. Krikettien perustana on pieni mikroprosessori. Niillä voidaan kontrolloida moottoreita, vastaanottaa informaatiota antureilta ja ne pystyvät kommunikoimaan keskenään (ja muiden elektronisten laitteiden kanssa) infrapunayhteyden kautta.



Kuva 1. Kriketti verrattuna Lego-ukkoon (Resnick *et al.* 2000).

Kriketin ominaisuudet: (Krikettien tekniikka, 1998)

- infrapuna-yhteys krikettien väliseen kommunikointiin ja ohjelmien lataamiseen,
- kaksi moottorin ulostuloa,

- kaksi sisääntuloa antureille,
- nappi ohjelman käynnistämiseen ja sammuttamiseen,
- piippaus ääni ja kolme tilanosoitusledyä,
- virtalähteenä 9 voltin patteri.

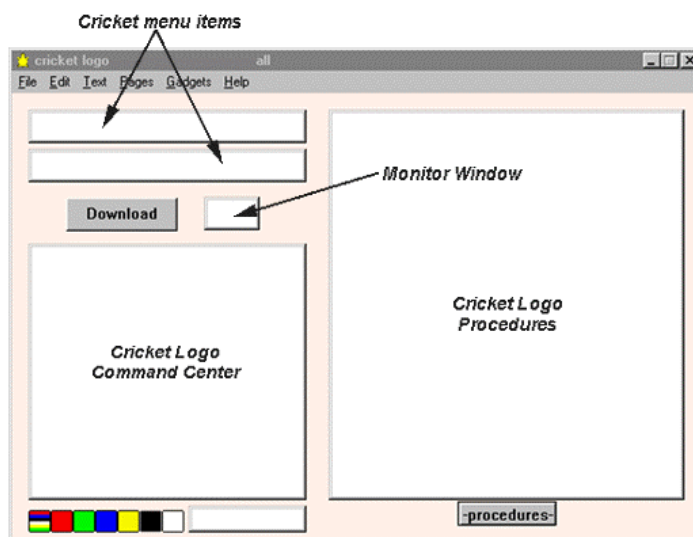
Kriketit eivät välttämättä ole sidottuja mihinkään tiettyyn paikkaan. Toki myös krikettien avulla rakennetuissa systeemeissä on mukana johtoja kuten tässä tutkimuksessa mukana olevia esimerkkiprojekteja tarkastelemalla voi havaita. Kaikkein tärkeintä kuitenkin on, että kriketit ovat täysin ohjelmoitavia. Oppilaat voivat kirjoittaa ja ladata tietokoneohjelmia kriketteihin. Tutkimuksessa on jatkettu samaa ideaa kuin Logo-pohjaisissa ohjelmointi ympäristöissä eli kriketit on pyritty rakentamaan niin, että niillä on helppo tehdä kontrolli- ja anturipohjaisia ohjelmia. Samaan aikaan ohjelmointityökaluista tehtiin sellaiset, että niillä on helppo graafisesti analysoida krikettien avulla saatuja tutkimustuloksia.

Pienikokoiset kriketit mahdollistavat uudenlaiset sovellukset. Oppilaat voivat liittää krikettejä jokapäiväisiin esineisiin. Esimerkkinä voidaan mainita kriketti, johon on liitetty kiihtyvyyssmittari, voidaan pistää pallon sisään, tai kriketti ja lämpöanturi voidaan liittää esimerkiksi paidan kankaaseen (Eri asia on, näyttääkö kriketti paidassa hyvältä). Matalat kustannukset (kriketin hinta v. 1999 oli alle 30 \$) yhdessä kommunikointimahdollisuuksien kanssa mahdollistavat mitä mielikuvituksellisimmat sovellukset.

19.4. Ohjelmoinnista

Krikettien ohjelmoinnista on pyritty tekemään helppoa. Ohjelmointikielessä on yleisesti käytössä olevia lauseita kuten *if*, *repeat*, *wait*, *waituntil* ja *loop*. Ohjelmaan on mahdollista määritellä sekä globaaleja että paikallisia muuttujia. Taulukoiden käyttäminen on myös mahdollista. (GTWS-sivu, 1998)

Ohjelmointiympäristönä on Logon erikoisversio, jota kutsutaan Cricket Logoksi (*Cricket Logo*) (kuva 2). Ohjelma on rakennettu Micro Worlds Logo softwaren päälle. Kun ohjelma on valmis, se siirretään krikettiin infrapuna-yhteyden kautta.



Kuva 2. Cricket Logon käyttöliittymä (GTWS-sivu, 1998).

Ohjelma käynnistetään kriketissä olevasta napista. Ohjelma etenee aina, kun antureilta kriketille tulevat viestit täyttävät ohjelmaan kirjoitetut ehdot. Alla on esimerkki pienen robotin ohjelmakoodista. Ohjelman avulla robotti (jossa pyörät, moottori ja valoanturi) seuraa esimerkiksi kättä, kun kättä heiluttaa robotin silminä toimivien valoantureiden edessä. Kuten ohjelmasta (Meta Cricket, 2000) voi huomata, ohjelmointi ei todellakaan ole kovin vaikeaa.

```

to follow
loop [           ; begin infinite loop silmukka alkaa
if sensora > 50 ; tarkistetaan valon taso, jos suurempi kuin 50 then
[ab, onfor 20]  ; moottorit A ja B käyntiin kahdeksi sekunniksi
wait 5         ; odottaa 1/2 sekuntia ja yrittää uudelleen
]              ; silmukka päättyy
end

```

19.5. Tutkimuksen lähtökohdat

BBB-tutkimuksessa on hyödynnetty seuraavia edellisissä tutkimuksissa ilmenneitä seikkoja, mutta niitä on kuitenkin sovellettu tapauskohtaisesti.

Rakentajan näkökulma

Monessa MBL (*microcomputer-based lab*) toiminnassa oppilaat käyttävät ennalta rakennettuja laitteita. Samalla tavalla monet "kotitiede"-kirjat keskittyvät ennalta suunniteltuihin esityksiin ja kokeiluihin. BBB-toiminta käyttää erilaista lähestymistapaa: Oppilaita rohkaistaan rakentamaan ja ohjelmoimaan laitteita, joita he käyttävät ja suunnittelemaan omia kokeiluitaan. Resnick ja muut (2000) uskovat tämän lähestymistavan syventävän oppilaan tieteellisten konseptien ymmärtämistä.

Todellinen maailma

Perinteisesti lasten suorittama ohjelmointi tiedekoulutuksessa on keskittynyt luonnollisten prosessien simulointiin. Tämänlaisella tietokoneiden käytöllä on ilmeinen tarkoitus: Ohjelmoimalla simulaatioita, oppilaat voivat tutkia ilmiöitä, jotka ovat muutoin vaikeita tai mahdottomia nähdä oikeassa elämässä. Ilmiöitä jotka esiintyvät ideaalisissa olosuhteissa, pienessä tai suuressa mittakaavassa tai tapahtuvat vain pitkän ajan kuluessa. Mutta vaikka simulaatio on arvokas, on se vain osa tieteellistä koulutusta. BBB-tutkimus on halunnut laajentaa lasten ohjelmoinnista saamaa näkemystä tietokoneruudun ulkopuolelle.

Anturien avulla aistiminen

Suurimmassa osassa MBL-toimintoja oppilaat keräävät ja analysoivat antureilta tulevaa tietoa. Krikettipohjainen toiminta menee askeleen pidemmälle. Oppilaat käyttävät antureilta saatavaa tietoa kontrolloidakseen moottorien, valojen ja muiden laitteiden toimintoja.

Ohjelmitavuus

Poiketen muista MBL-välineistä, kriketti-pohjaiset välineet ovat täysin ohjelmitavia. Oppilaat voivat siten helpommin modifoida, kustomoida ja laajentaa rakentamiensa laitteiden toiminnallisuutta.

Liikuteltavuus

Pienikokoisia krikettejä on helppo kuljettaa mukanaan tai sijoittaa toisten objektien sisälle.

Alhaiset kustannukset

Kriketteihin perustuvat laitteet muuttavat dramaattisesti sitä mitä on mahdollista tutkia. Oppilaat voivat sijoittaa krikettejä jopa pienellä riskillä paikkoihin joihin ei normaalisti mittalaitteita sijoitettaisi.

Kokopäiväinen oppiminen

Monet traditionaaliset MBL-toiminnot koetaan epämotivoivina. Krikettejä voidaan hyödyntää juuri siten kuin oppilaat itse haluavat. Niillä päästään eroon perinteisestä luokkaopetuksesta.

Materiaalien variaatiot

Materiaaleilla ei juuri ole rajoituksia, koska krikettejä on helppo sijoittaa monenlaiseen ympäristöön. Voidaankin sanoa, että vain oma mielikuvitus pistää rajan materiaalien valinnoille.

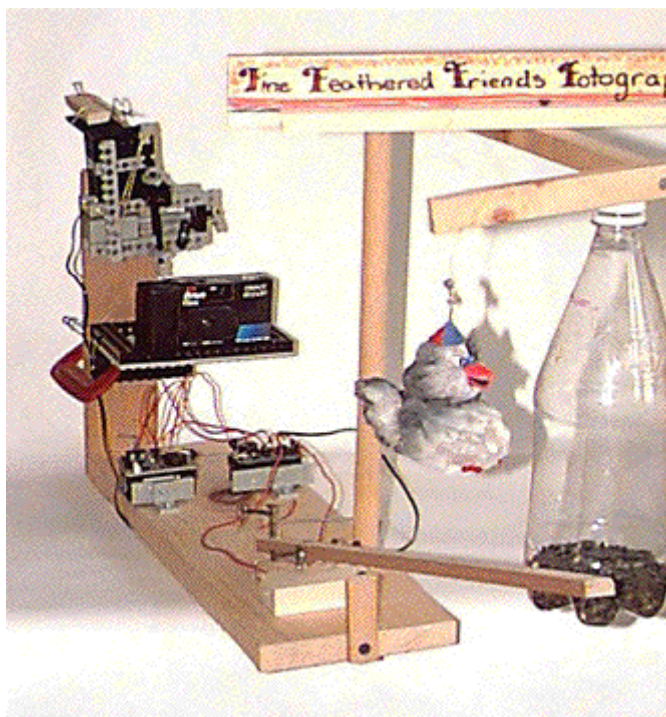
19.6. Tutkimusprojektit

Tutkijat testasivat ja käyttivät BBB-teknologiaa sekalaisissa koulutusjärjestelyissä. Mukana olivat sekä perinteinen kouluopetus että koulun jälkeiset oppimiskeskukset, jotka siis ovat eräänlaisia työpajoja tai kerhoja. Lisäksi työskenneltiin eri ikäryhmien kanssa. Seuraavat tutkimuskertomukset kattavat vain osan BBB-projekteista.

Linnunruokintakone

Jenny 11v. piti kaikenlaisista eläimistä. Takapihallaan hänellä oli lintulauta paikallisille linnuille. Mutta Jennyllä oli ongelma. Usein kävi niin, että linnut kävivät syömässä sillä aikaa kun Jenny oli koulussa eikä hän nähnyt lintuja. Niinpä hän alkoi työskennellä krikettien kanssa tee-se-itse-pajassa koulun jälkeen. Jenny päätti yrittää rakentaa uudentyyppisen ruokintakoneen (kuva 3), jonka avulla hän saisi kuvia linnuista silloin kun ne laskeutuvat ruokintakoneen päälle.

Jenny aloitti tekemällä puuisen vivun, joka samalla oli orsi linnuille. Pitempi pää oli ruokakipon vieressä. Toisessa päässä oli yksinkertainen kahdesta paperin palasta ja yhdestä anturista koostuva kokonaisuus. Idea oli seuraava: Kun lintu laskeutuisi ruuan lähelle, se painaisi alas vivun toisen pään jolloin laitteessa olevat paperin palat liikkuisivat hieman, jolloin anturi huomaisi, että palat ovat liikkuneet hieman erilleen toisistaan ja näin kriketti tunnistaisi linnun laskeutumisen.



Kuva 3. Linnunruokintakone (Resnick *et al.* 2000).

Mutta mitä ruokintakoneen pitäisi tehdä, kun lintu laskeutuisi sen päälle. Vähintään Jenny tahtoi tietää montako lintua laitteessa on käynyt. Hän pohti myös mahdollisuutta punnita linnut, mutta lopulta hän päätti, että hän haluaa ottaa linnuista kuvia. Niinpä hän alkoi suunnitella miten sen voisi toteuttaa. Hän rakensi moottoroidun Lego-mekanismin, joka liikutti pientä tankoa ylös ja alas. Tanko oli tarkalleen kameran laukaisunapin yläpuolella. Lopulta hän yhdisti mekanismiin krikettiin ja kirjoitti ohjelman sitä varten. Ohjelma odotti kunnes paperin palat eivät enää koskettaneet toisiaan ja sen jälkeen käynnisti moottoroidun LEGO-mekanismin, joka liikutti tankoa ylös ja alas ja näin käynnisti kameran laukaisumekanismin.

Päivän loppuksi kamera olisi ottanut kuvat kaikista linnuista, jotka olisivat vierailleet ruokintapaikalla eli lintulaudalla.

Jenny työskenteli projektin parissa monta tuntia viikossa kolmen kuukauden ajan. Lopulta anturimekanismi toimi täydellisesti. Jenny ei kuitenkaan onnistunut alkuperäisessään suunnitelmassaan, jonka tarkoituksena oli tarkailla minkälaiset linnut pitävät mistäkin ruuasta. Ruokintakone-projekti tarjosi kuitenkin paljon oppimiskokemuksia vaikka Jenny ei varmasti ymmärtänyt kriketin sisäistä elektroniikkaa, mutta se ei ollut tarkoituskaan.

Kaakaokävely

Tutkijoilla on ollut monia tutkimusprojekteja ja tämä tutkimus tunnetaan yhtenä menestyksikkäimmistä (Resnick *et al.* 2000). Tutkimukseen osallistui ryhmä viidennen luokan oppilaita, jotka kaikki olivat tyttöjä. Kaikille annettiin kriketit, joissa oli lämpötila-anturit ja heille näytettiin ohjelma, joka rekisteröi erilaisia lämpötiloja. Tytöt lähtivät antureidensa kanssa paikalliseen donitsikauppaan. Jotkut tytöistä kiinnittivät anturit vaatteisiinsa ja jotkut mittailivat matkan varrella erilaisten kohteiden lämpötiloja. Donitsikaupassa kaikki tilaisivat kupit kuumaa kaakaota. Kaikki laittoivat anturit kosketuksiin kuuman kupin kanssa ja jotkut jopa upottivat anturin kaakaoon.

Palattuaan tytöt latsivat tiedot kriketeiltään tietokoneelle ja käyttivät grafiikkaohjelmaa, joka on yksi osa krikettejä varten kehitettyä ohjelmaa. Grafiikkaohjelman käyttöliittymässä on yksi iso näyttö graafeja varten, napit tiedon lataamiseen kahdelta anturilta, mahdollisuus vaihtaa käyrän näyttötapaa (esim. pelkkiä pisteitä tai yhtenäistä viivaa). Ohjelman avulla kerättyjen tietojen analysointi on selkeää ja helppoa. Ohjelma tarjoaa myös mahdollisuuden analysoida tietoja reaaliaikaisesti, mutta silloin on tehtävä pieni ohjelma, jonka avulla anturi saadaan lähettämään tietoa jatkuvasti.

Käyriä tarkasteltuaan tytöt havaitsivat, että lämpötilat olivat muuttuneet heidän matkansa aikana. Välillä oli ollut kylmää ja välillä kuumaa. Niillä joilla anturit olivat olleet vaatteissa kiinni, anturit näyttivät melko tasaista käyrää ja niillä jotka olivat matkan varrella mittailleet erilaisia kohteita käyrä oli luonnollisesti erilainen ja siinä oli tiettyjä piikkejä. Piikit esiintyivät, kun tytöt saapuivat donitsikauppaan ja silloin kun kriketit pistettiin kaakaoon. Vertailemalla omia käyriään tytöt huomasivat, että eroja oli ollut. Näin tytöt oppivat joitakin peruskonsepteja tiedon keruusta ja analysoinnista.

Marmorikuulakone

Työskennellessään Minnesotan tiedemuseossa Wilkinson ja Petrich organisoivat monenlaisia suunnittelutyöpajakursseja lapsille. Yhdellä näistä kursseista tarkoitus oli tehdä marmorikuulakone.

Alexandra (viidesluokkalainen) kiinnostui marmorikuulakoneesta (kuva 4) välittömästi. Siihen liittyviä tutkimuksia oli jo aikaisemmin jollakin tapaa suoritettu. Alexandra aloitti projektin leikkaamalla puulistoja rampeiksi. Se oli Alexandralle ensimmäinen kerta, kun hän käytti sahaa. Hän käytti listoja portaina vierittääkseen marmorikuulia rampilta toiselle. Seuraavaksi hän loi kriketti-kontrolloidun kuljetushihnan, johon oli kiinnitetty kori. Suunnitelma oli

seuraava: Kuula kierii alas pitkin ramppia ja putoaa koriin. Kun kuula on korissa, hihna alkaa liikkua kohti loppua, jolloin kuula automaattisesti tippuu seuraavaan ramppiin. Miten kuljetushihna tietää milloin sen pitää käynnistyä? Alexandra ratkaisi ongelman siten, että kuulun vierieissä pitkin ramppia kriketti, johon on liitetty anturi, saa siitä tiedon ja odottaa kaksi sekuntia ja alkaa sitten liikkua.



Kuva 4. Alexandra marmorikuulakoneen parissa (Resnick *et al.* 2000).

Alexandra oli innostunut projektistaan ja päätti ehdottaa sitä koulun tiedekerhoon "harjoitustyöksi". Opettaja ei kuitenkaan hyväksynyt työtä. Alexandra päätti kuitenkin, ohjaajiensa tuella, jatkaa projektia. Lopulta opettaja hyväksyi projektin kuitenkin koulun tiedemessuille ja Alexandra sijoittui työllään kahden parhaan joukkoon.

Alexandran tarina nostaa esiin tärkeitä asioita tieteellisen tutkimuksen luonteesta. Sillä aikaa kun me varmasti olemme samaa mieltä siitä, että tiedekoulutuksen pitäisi tähdätä auttamaan oppilaita ymmärtämään tieteen metodeja, meillä usein on liian kapea näkemys miten tiedettä voi opettaa (Resnick *et al.* 2000).

19.7. Päätelmät ja pohdinta

Tiedekouluttajat ovat enemmän ja enemmän tunnustamassa opiskelijoiden omien tiedetutkimusten arvon. Näiden tutkimusten perusteella on yritetty demonstroida, että omat tutkielmat ja tutkimukset ovat tärkeitä. Liian usein omia yritelmiä ja tutkimuksia ylenkatsotaan. BBB-tutkimukset ovat osoittaneet oman suunnittelun arvon. Tutkimus ei kuitenkaan vähättele aikaisempien tutkimusten arvoja vaan haluaa vain ottaa askeleen pidemmälle ja siis arvostaa omaa oppimista. Tutkimuksen perusteella siihen on monia syitä. (Resnick *et al.* 2000)

Mahdollisuuksien laajentaminen

Opiskelijoiden suunnitellessa omia tieteellisiä tutkimuksia, heillä on usein rajoitetut mahdollisuudet välineistön puolesta. Monissa tapauksissa tieteelliset instrumentit eivät sovi niihin tutkimuksiin, joita opiskelijat haluavat toteuttaa. BBB-ratkaisu on suunniteltu juuri poistamaan näitä rajoituksia.

Jenny ei varmastikkaan olisi voinut kävellä kauppaan ja ostaa linnunruokintakonetta, joka osaa ottaa kuvia. Monissa tutkimuksissa, joita oppilaat valitsivat, kriketit olivat erityisen tärkeitä. Kriketit voivat vapauttaa oppilaat laboratoriotutkimuksista ja luoda mahdollisuuksia uudentlaisille tutkimuksille kuten kaakaokävelyille. (Resnick *et al.* 2000)

Esimerkkitapausten perusteella voidaan sanoa, että lapset olivat selvästi kiinnostuneita tekemästään. Heillä ei välttämättä ollut tietoista halua oppia, mutta projektin aikana oppiminen oli väistämätöntä. Ja selvästikin lapset pystyvät rakentamaan ja käyttämään krikettejä omiin projekteihinsa ja kokeiluihinsa ja näin toimimaan nuorina automaattisuunnittelijoina. Toki ilman pätevää ohjausta lasten suorittamat projektit eivät ole mahdollisia. (Resnick *et al.* 2000)

Varmaa on, että tässä esiteltyt projektit antavat oppijoille hyvät perustiedot automaattisten järjestelmien rakentamisesta ja niihin liittyvästä suunnittelusta. Ohjelmoituaan Logo-kielellä kenenkään ei ole vaikea oppia todellista teollisuudessa käytössä olevaa logiikoilla tapahtuvaa automaattisuunnittelua ja -ohjelmointia.

Motivointi

Tutkimuksen perusteella tutkijat huomasivat, että oppilailla on vahva halu yksilöllisiin tutkimuksiin – erityisesti, jos he lisäävät oman esteettisen sävyn laitteisiin. Kun Alexandra ensimmäisen kerran kuuli marmorikuulakoneista, hän tiesi haluavansa rakentaa oman kuulakoneensa tiedemessuille: "se olisi mielenkiintoinen ja eroaisi toisten lasten systeemeistä." Jenny piti linnunruokintakoneesta, koska hän oli tehnyt sen itse ja hän tiesi, että juuri hän oli tehnyt laitteen, joka ottaa kuvia linnuista. (Resnick *et al.* 2000)

Kriittisen kapasiteetin kehittäminen

Liian usein oppilaat hyväksyvät tieteellisten välineiden tiedot ilman kyselyitä. Kun oppilaat suunnittelevat omia välineitään ja tutkimuksiaan, Resnick ja muut (2000) huomasivat, että he kehittävät terveen epäilyksen lukemiin ja paremman ymmärryksen siitä mikä on järkevää ja miksi. Kun oppilaat saivat outoja tai odottamattomia lukemia jokapäiväisen tiedon keruun aikana (kuten kaakaokävely), he oppivat käymään läpi erilaisia selityksiä selvittääkseen mitä oli tapahtunut.

Mikä ei toiminut

Tutkitut tapaukset korostivat joitakin BBB:n vahvuuksia ja menestyksiä. Mutta on myös hyödyllistä katsoa ongelmia ja vaikeuksia joita kohdattiin. Jotkut ongelmista ovat olleet teknisiä ja ovat olleet helppoja korjata. Esimerkiksi kriketeissä ei ole näyttöä jolloin oppilaiden

oli mahdotonta saada välittömästi palautetta mittaustuloksista. Tämän tutkimuksen jälkeen sopiva näyttö on kehitetty. Myös ohjelmointi ympäristöä on parannettu.

Vaikeimpaan ongelmista ei ole yksinkertaista teknistä ratkaisua. BBB-toiminnoilla on taipumus olla erityisen haastavia, koska oppijat ovat sekaantuneet monen tyyppisiin suunnitelmiin. Jopa välinesuunnitteluprosessi itsessään sisältää monen tyyppisiä suunnitelmia: rakenteiden suunnittelu, mekanismit ja ohjelmat. Ja, osana BBB-yritystä, oppilaita on rohkaistu miettimään ei vain toiminnallisuutta vaan myös suunnittelemiensa välineiden estetiikkaa. Tutkijat ovat huomanneet, että näiden moninaisten suunnittelu haasteiden tuloksena, oppilaat onnistuvat usein projektin yhdessä osassa, mutta heillä on vaikeuksia saada aikaan täydellinen kokonaisuus. (Resnick *et al.* 2000)

19.8. Omat pohdinnat

Varmaa on, että tässä esiteltyt projektit antavat oppijoille hyvät perustiedot automaattisten järjestelmien rakentamisesta ja niihin liittyvästä suunnittelusta. Ja saattaa olla, että enemmän ohjelmointia vaatineissa projekteissa mukana olevat lapset saavat kipinän suunnata jatkossa jollekin tekniselle alalle. Ohjelmoituaan Logo-kielellä ei ole vaikea oppia todellista teollisuudessa käytössä olevaa logiikoilla tapahtuvaa automaattisuunnittelua ja -ohjelmointia vaikkakin se on hieman erilaista.

Lasten omista mielipiteistä krikettien käytön hankaluuksista tai helppouksista ei tietoa ollut tarjolla. Olisi mielenkiintoista tietää mitä mieltä lapset aidosti projekteista olivat. Selväähän oli, että kriketeiden avulla tehdyt projektit olivat lasten mielestä kinnostavia ja jollakin tapaa ainutlaatuisia, mutta missään ei esimerkiksi tullut ilmi kuinka paljon lapsia todella autettiin heidän projekteissaan.

Tässä luvussa esiteltyt projektit ovat vain pieni osa suurempaa kokonaisuutta. Krikettien käyttöä on tutkittu monissa muissakin projekteissa. Niiden parissa toimivien tutkijoiden ja muiden asianomaisten tarkoituksena on kehittää niitä edelleen. Krikettien parissa toimivia tahoja ovat esimerkiksi The Edgerton Center, MIT Museum, Perkins School for the Blind, Sega Camp. (kriketit ja muut laitteet 1998)

Lähdeluettelo

Beyond Black Boxes (1998), kriketit ja muut laitteet

<<http://llk.media.mit.edu/projects/cricket/index.html>>

Getting Started With Crickets (1998), GTWS-sivu

<http://el.www.media.mit.edu/people/mihak/sd98/getting_started.html>

Martin, F., Mihak, B., Resnick, M., Silverman, B. & Berg, R. (2000), To Mindstorms and Beyond: Evolution of a Construction Kit for Magical Machines

MetaCricket: A designer's kit for making computational devices (2000), MetaCricket

<<http://www.research.ibm.com/journal/sj/393/part2/martin.html>>

Resnick, M., Berg, R. & Eisenberg, M. (2000). Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation.
<<http://llk.media.mit.edu/papers/2000/bbb/>>

Sargent, R., Resnick, M., Martin, F., & Silverman, B. (1996). Building and Learning with Programmable Bricks

Technical introduction (1998), krikettien tekniikka

<<http://el.www.media.mit.edu/people/mikhak/sd98/cricketlogo.html>>

20. PETS – vuorovaikutteinen lemmikkirobotti

Marko Illi

20.1. Johdanto

Sosiaalisella vuorovaikutuksella on keskeinen merkitys oppimisessa sekä kielen ja ajattelun välisessä yhteydessä. Lapsen kehityksessä kieli on ensin sosiaalisen vuorovaikutuksen väline, mutta kehityksen myötä siitä muodostuu myös ajattelun väline (Vygotsky 1982). Erilaisten tarinoiden kertomisen tiedetään säilyttävän kulttuuria ja historiaa, auttavan ideoiden ja tunteiden kommunikoimisessa sekä olevan oppimisessa eduksi.

Lapset ovat luonnostaan kiinnostuneita niin todellisista kuin kuvitteellisistakin eläinhahmoista. Lapsille on lisäksi ominaista se, että he ovat kiinnostuneempia olemaan todellisessa fyysisessä vuorovaikutuksessa eläimien kanssa (koskeminen) kuin pelkästään katsomaan niitä (Druin *et al.* 1999).

Yleensä lapsille suunnatut tuotteet ja ratkaisut ovat syntyneet aikuisten lähtökohdista ja heidän toteuttaminaan. Lapsille suunnattujen teknologisten tuotteiden suunnittelussa on kuitenkin tärkeää huomioida se, millaisia odotuksia ja toiveita lapset liittävät uuteen teknologiaan. Tämän vuoksi on alettu pitää entistä tärkeämpänä, että myös lapset osallistuvat heille suunnattujen tuotteiden suunnitteluun ja kehittämiseen.

Lasten luontainen kiinnostus eläimiin ja tarinankerrontaan on ollut lähtökohtana PETSin (*A Personal Electronic Teller of Stories*) kehittämisessä (Druin *et al.* 1999, Montemayor *et al.* 2000, Plaisant *et al.* 2000). PETSin suunnitteluun on osallistunut sekä lapsia että aikuisia. PETS-kehitysprojekti jatkuu edelleen (Montemayor *et al.* 2002).

20.2. Taustaa

Viime aikoina on tehty paljon tutkimusta, jotta voitaisiin yhdistää robotit osaksi lasten maailmoja. MIT Media Laboratory on kehittänyt laskennallisen tehon omaavia legoja (*Computationally enriched LEGO*), joiden avulla lapset voivat rakentaa kaikkea hauskoista eläimistä viruksen fyysiseen simuloimiseen asti (Resnick *et al.* 1998, Kinnunen, tässä raportissa). On haluttu kuitenkin suunnitella sellaisia robotteja, joiden avulla lapset voisivat

kertoa tarinoita ja ilmaista omia tunteitaan. MIT:ssä kehitetty SAGE (*the Storyteller Agent Generation Environment*) on ohjelmoitavissa oleva täytetty eläin, joka puhuu omia tai lasten luomia kertomuksia (Umaschi 1997). SAGEn huono puoli on sen vähäinen muunneltavuus. Ainoastaan eläimen hattua tai tunnistimien paikkaa voidaan vaihdella. KISMET on MIT:ssä kehitetty sosiaalisen vuorovaikutuksen robotti (Breazeal 1998). KISMET on suunniteltu niin, että se pystyy toimimaan tietyllä tavalla ja esittämään tunnetiloja. Se on kuitenkin suunniteltu enemmän oppimisen kuin tarinankerronnan tarkoitusta varten. Myös SONY on kehittänyt vastaavanlaista 4-jalkaista robottia (MUTANT), mutta myös siitä puuttuu tarinankerronnan mahdollisuus (Fujita & Kitano 1998). On olemassa tarinankerrontaan hyvin sopivia virtuaalisia ympäristöjä, esim. Oz (Loyall & Bates 1997), mutta niiden ongelma on se, että ne elävät vain tietokoneen sisällä. Sam the Castleman (ks. Koivunen, tässä raportissa) on toteutettu siten, että käyttäjä ja keskusteluagentti jakavat saumattomasti virtuaalisen ja fyysisen ympäristön. HCI yhteisössä onkin huomattu fyysisten käyttöliittymien tärkeys. NOOBIE ja Barney ovat hyviä esimerkkejä pehmoleluun perustuvista fyysisistä käyttöliittymistä (Nuppunen, tässä raportissa).

PETSin suunnittelussa on pyritty huomioimaan edellä mainittuja ongelmia. On haluttu luoda robottinen tarinankerronnan ympäristö, jonka avulla lapsi pystyy ilmaisemaan omia tunnetilojaan. Tärkeänä on pidetty sitä, että systeemiä voidaan muunnella käyttäjän tarpeiden ja toiveiden mukaan. Lisäksi on haluttu fyysisen käyttöliittymän olevan lapsille soveltuva ja mielekäs.

20.3. PETS – vuorovaikutteinen lemmikkirobotti

PETS (*A Personal Electronic Teller of Stories*) on robottinen tarinankerronnan ympäristö, jonka avulla peruskouluikäinen lapsi voi tarinoita kertomalla kommunikoida omia tunnetilojaan. PETS muodostuu itsekoottavasta lemmikkirobotista ja My PETS-ohjelmasta, jolla ohjataan lemmikkirobotin käyttäytymistä. PETSin suunnittelussa on otettu huomioon lasten käsitys siitä, millaista heille suunnatun teknologian tulisi olla. Lapset onkin otettu mukaan PETSin suunnitteluun tasavertaisina ryhmän jäseninä yhdessä aikuisten kanssa. PETS on syntynyt sukupolvien välisen yhteistoiminnallisen tutkimuksen (*cooperative inquiry*) tuloksena. Iteratiivisen kehitystyön tuloksena PETS on nykyään entistä vuorovaikutteisempi, ulkoasultaan esteettisempi ja paremmin ohjattavissa oleva.

PETSin toiminta

Lapsi rakentaa aluksi PETS-lemmikkirobotin pakkaukseen kuuluvista osista. Koottavat osat on suunniteltu niin, että ne muistuttavat eläinhahmojen osia (esim. kypälä). Osat liitetään runkoon kiinni, jolloin ne myös samalla kytkeytyvät rungossa olevaan liitinrasiaan (*plugbox*). Liitinrasia toimii käyttöliittymänä rungossa olevalle Handyboard-ohjaimelle. Handy Board mikrokontrollerissa on neljä ulostuloa tasavirtamoottoreille sekä kytkentäsystemi, joka avulla aktiiviset sensorit voidaan yksilöllisesti liittää ohjaimen. Lisäksi siinä on nestekidenäyttö ja integroitu ladattava akkupaketti (The Handy Board). Handyboard-ohjain kontrolloi moottoreita ja tehostimia sekä lukee syötteitä lemmikkirobotin kehoon asetetuista

tunnistimista. Handyboard-ohjain on kytketty Macintosh-tietokoneeseen sarjaportin kautta. Tietokoneessa oleva My PETS-ohjelma vastaanottaa, kääntää, ja siirtää lapsen kirjoittaman tarinan Handyboard-ohjaimessa olevalle systeemiohjelmalle. Nykyään tietoa voidaan siirtää langattomasti Handyboard-ohjaimen ja My PETS-ohjelman välillä.

Kun lapsi on koonnut eläinosista toivomansa kaltaisen lemmikkirobotin, hän kirjoittaa haluamansa tarinan My PETS-ohjelmalla ja liittää siihen ennalta ohjelmoituja tunnetiloja graafisesta käyttöliittymästä. Valittavana on kuusi eri tunnetilaa: iloinen, surullinen, yksinäinen, rakastava, pelästynyt, ja vihainen. Lapsi voi myös itse opettaa robotille tiettyyn tunnetilaan liittyvän käyttäytymisen. Kun haluttu tarina ja tunnetilat on syötetty My PETS-ohjelmaan, lemmikkirobotti ”näyttelee” tarinan ja siihen liittyvät tunnetilat. Lemmikki puhuu tarinan synteettisellä äänellä. Robotti aloittaa tiettyyn tunnetilaan liittyvän käyttäytymisen, silloin kun tunnetila esiintyy tarinassa. Robotti näyttelee eri tunnetilat selvästi toisistaan erottuvalla tavalla. Näin vältetään se, ettei eri tunnetiloja sekoiteta keskenään. Esimerkiksi silloin kun robotti esittää iloista, se heiluttaa käsiään nopeasti, kääntää päätään oikealta vasemmalle, ja pyörii alustallaan ympyrää. Yksinäisenä robotti laskee kädet alas ja etsii ystävää oikealta ja vasemmalta. Seitsemän vuotias tyttö Marylandista loi seuraavan esimerkkitarinan (Plaisant *et al.* 2000)

”Olipa kerran robotti nimeltään Michelle. Hän oli uusi lähiseudulla. Hän oli onnellinen (robotti käyttäytyy onnellisesti) ensikertaa tullessaan ja luuli löytävänsä ystäviä. Mutta toisin kuitenkin kävi. Toiset robotit heittivät kivillä ja kepeillä. Hän oli surullinen (robotti käyttäytyy surullisesti). Kukaan ei pitänyt hänestä. Yhtenä päivänä hän käveli katua alas kovin kiireisenä, kun toinen robotti nimeltään Rob tuli kysymään josko hän haluaisi uuden ystävän, sitten hän huomasi olevansa onnellinen (robotti käyttäytyy onnellisesti). Muut robotit olivat vihaisia (robotti käyttäytyy vihaisesti), mutta tiesivät oppineensa läksynsä. Michelle ja Rob elivät onnellisina (robotti käyttäytyy onnellisesti) siitä lähtien. Kukaan ei huomannut kivien aiheuttamia lommoja joita oli jäänyt Michelleen” .

20.4. Yhteistoiminnallinen tutkimus

Maaliskuussa vuonna 1998 kuusi (7 – 11 vuotiasta) lasta sekä kuudesta useiden eri alojen (opetus, taide, informaatiotiede, teknologia) ammattilaisista muodostunut aikuisten joukko meni tutustumaan Marylandin yliopiston robotti-laboratorioon. Yhteistoiminnallisen tutkimuksen avulla haluttiin selvittää se, mitä lapset haluavat ja odottavat uudelta tekniikalta nyt ja tulevaisuudessa. Robotti-laboratoriossa sekä lapset että aikuiset kokeilivat robotteja, esittivät niihin liittyviä kysymyksiä ja tekivät muistiinpanoja kokemuksistaan. Aikuiset tekivät muistiinpanot kirjoittamalla, mutta lapset saivat käyttää myös piirtämistä muistiinpanojen tekemiseksi. Palattuaan omaan HCI -laboratorioonsa, kukin ryhmän jäsenistä kirjasi ylös ne asiat, joista hän oli pitänyt/ei ollut pitänyt. Taulukko 1 esittää yhteenvedon sekä pidetyistä että ei-pidetyistä ominaisuuksista. Tulokset osoittavat, että ulkoasuun ja toiminnallisuuteen liittyvillä ominaisuuksilla on huomattava vaikutus siihen, pidetäänkö jostakin robotista.

Näistä pidettiin	Kommenttien lukumäärä
Niissä oli tunnistimia	4
Mallirobotti oli nähtävillä laboratoriossa	4
Ne liikkuivat	2
Ne näyttivät roboteilta	2
Näistä ei pidetty:	
Miltä ne näyttivät (esim.muovinen, ruma, aivot näkyvissä)	9
Liikkuivat hitaasti	1
Puhuivat "hullusti"	1
Näyttivät epäluotettavilta	1

Taulukko 1. Yhteenveto roboteissa pidetyistä ja ei-pidetyistä ominaisuuksista (Druin *et al.* 1999).

Kenttätutkimuksen ja analyysien jälkeen aloitettiin lukuisien matalan teknologian prototyyppien tekeminen osallistuvan menetelmän (*participatory design technique*) avulla. Aluksi tehtiin liikkumattomia eläinrobotteja legoista, turkista, höyhenistä, savesta jne. Tämän lisäksi tutkimusryhmä meni paikalliseen eläintarhaan tutustumaan eläinten ulkoasuun ja liikkeisiin. Sieltä otettuja kuvia ja muistiinpanoja hyödynnettiin kehitystyössä. Prototyyppejä kehittelemällä päädyttiin ensimmäiseen varsinaiseen PETS-lemmikkirobottiin. Nykyinen PETS-lemmikkirobotti on versioltaan kolmas (Montemayor *et al.* 2000).

Iteratiivinen kehitystyö

Elokuussa 1998 ryhmä tapasi 8-tuntia päivässä kahden viikon ajalla. Tämän ajan jäsenet olivat jaettuina kolmeen ryhmään, joissa kussaakin oli kaksi lasta ja kaksi aikuista. Ryhmät olivat

- Luurankoryhmä,
- Iho- ja tunnistinryhmä, ja
- Ohjelmisto-ryhmä.

Luurankoryhmä vastasi robotin luurangon suunnittelusta, vaihteistosta, moottoreista ja tehostimista. Alunperin robotin luuranko oli koottu legoista, mutta nykyään se tehdään metallista, muovista, ja hiilikuidusta. Luurankoryhmä suunnitteli käyttöliittymän Handyboard-ohjaimelle sekä koottavat osat lemmikkirobotin kokoamiseksi/rakentamiseksi. Lisäksi he toteuttivat sensoreiden väliset yhteydet.

Iho- ja tunnistinryhmä peitti luurangon turkilla, sulilla, pumpulilla ja kankaalla. Alustavan kynä ja paperi -suunnittelun jälkeen päädyttiin tekemään kalan pyrstö, koiran kypälä, lehmän pää, karhun keho, ankan räpylä sekä linnun pyrstö. Ne kiinnitettiin legoihin joko neulomalla, liimaamalla, sitomalla, tai tarroilla (Kuvassa 1 lemmikkirobotin eri versioita). Osia jouduttiin suunnittelemaan useasti uudelleen, koska ne painoivat liikaa eivätkä pysyneet paikallaan. Iteratiivisen suunnittelun tuloksena on päädytty päällystämään osat

vahtomuovilla ja vanulla/pumpulilla. Kehitystyön kuluessa myös robotin koottavat eläinosat ovat muuttuneet. Nykyään robotti voidaan rakentaa ainakin seuraavista osista: runko, pää, käpälät, korvat, siivet. Iho- ja tunnistinryhmä suunnitteli myös silmien valontunnistimet ja käpälien tunnistimet.

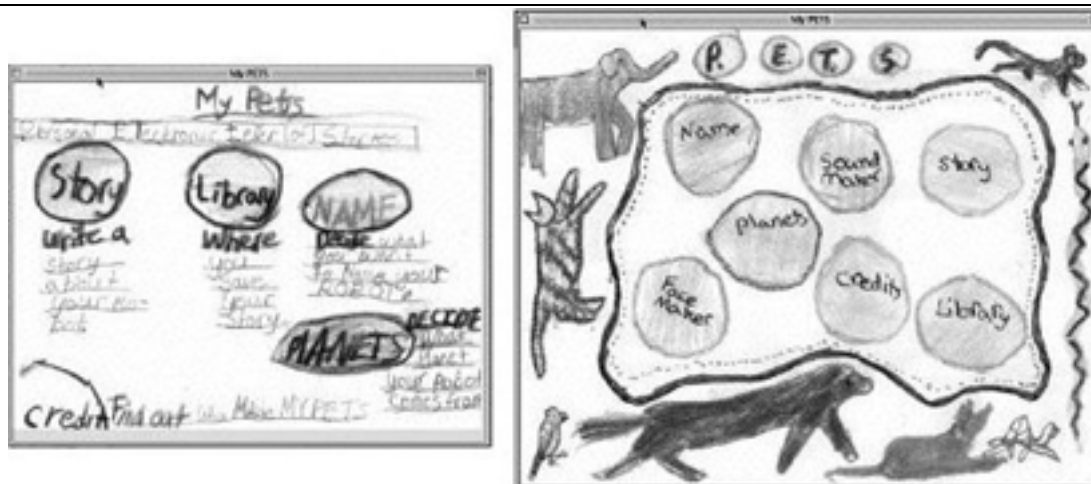


Kuva 1. Lemmikkirobotin versiot 1, 2 ja 3 (P.E.T.S.).

Ohjelmisto-ryhmä suunnitteli ohjelman, jonka avulla lapset voivat kertoa tarinoita. Suunnittelu aloitettiin tutustumalla olemassa oleviin ohjelmiin ja pohtimalla niiden miellyttävyyttä. Tämän jälkeen pohdittiin sitä, mitä tunnetiloja robotilla haluttiin olevan. Tunnetilojen mukaan ottamista pidettiin tärkeänä, koska tarinankertomiseen liitetään luonnostaan tunneilmaisuja. Lisäksi haluttiin tehdä roboteista inhimillisempiä. Tunnetiloihin liittyvän datan pohjalta laadittiin kartta, jossa näkyi kaikki tietyn tunnetilan toteuttamiseen vaadittavat liikkeet. Tässä vaiheessa konsultoitiin luurankoryhmää toteuttamiskelpoisten liikkeiden suunnittelemiseksi. Tämän jälkeen yksi lapsista esitti tiettyyn tunnetilaan liittyvät liikkeet. Jos yleisö ei tunnistanut esitettyä tunnetilaa, tehtiin tunteisiin ja toimintoihin liittyvään tietokantaan uudistuksia. Lopuksi suunniteltiin paperille mallit tietokoneella näkyvistä näytöistä. Nämä kuvat scannattiin ja niitä käytettiin lopullisessa ohjelmassa. Kuvassa 2 My PETS-ohjelman päänäytöt PETS₁ ja PETS₂-versioille.

Kahden viikon intensiivisen työskentelyjakson aikana ryhmät kokoontuivat joka aamu ja ilta keskustelemaan suunnittelun etenemisestä, ongelmista, tulevista linjoista ym. asioista. Samalla voitiin tilanteen mukaan vaikuttaa ryhmien dynamiikkaan ja ominaisuuksiin.

Kun prototyyppi oli valmis, se esiteltiin neljällekymmenelle paikalliselle päiväleirillä olevalle lapselle (7 - 14 vuotiaita). Esittelyn aikana lapsilta saatiin positiivista palautetta ja ehdotuksia tuleville kehityslinjoille. Tutkimusryhmä haluaakin kehittää systeemi- ja sovellusohjelman välistä toimintaa. Myös eläinhahmon osiin liittyviä toimintoja halutaan kehittää.



Kuva 2. My PETS-ohjelman päänäytöt, PETS₁ vasemmalla ja PETS₂ oikealla (PETS: A Personal Electronic Teller of Stories).

20.5. Mitä kehitystyön aikana opittiin

Prosessi opetti tutkijoille paljon sekä itse teknologiasta että sen toteuttamisesta. Oman työn kehittyessä tutkijat huomasivat kolmen ohjesäännön kriittisyyden suunnitteluprosessissa:

1. aikuisten ja lasten välille tulee kehittää uusia voimasuhteita,
2. jokaisella kehitysryhmän jäsenellä täytyy olla "ääni", ja
3. suunnitteluympäristön tulee olla miellyttävä.

Uusien voimasuhteiden syntymiseksi on haluttu unohtaa koulun antama malli, jossa lapsen täytyy viitata ja saada aikuisen lupa puhua. Aikuisia on myös opetettu kuuntelemaan lapsia ja ottamaan lasten ideat ja mielipiteet huomioon. Tavoitteena on ollut sellainen yhteistyö, jossa ideoita ja mielipiteitä voidaan esittää ja jakaa miellyttävässä ilmapiirissä.

Ihmiset kommunikoivat useilla eri tavoilla. Tämä on huomioitava suunnittelussa, jotta kukin jäsen saisi äänensä kuuluviin. Joskus suunnittelussa voi olla eduksi, jos ideoita voidaan esittää esimerkiksi kirjoittamalla, piirtämällä ja rakentamalla. Tämä voi toimia kiihdyttävänä tekijänä tai siltana keskustelun aikaan saamiseksi.

Myös suunnitteluympäristön täytyy olla sellainen, että jäsenet tuntevat olonsa mukavaksi. Tässä tutkimuksessa pukeutuminen oli ei-muodollista. Samoin suunnittelua toteutettiin lattialla tai hernetuoleissa istuen. Jäseniltä vaadittiin sitoutumista ja halua muuttua vaatimusten mukaan.

Kehitystyön kuluessa syntyneiden ideoiden pohjalta PETSin kehitys jatkuu yhä edelleen. Nykyisestä PETS 3 versiosta ollaan kehittelemässä kaupallista tuotetta lasten kuntouttamista varten. Lisäksi tutkimusryhmä työskentelee neljännen PETS-version parissa, selvittääkseen lasten rooleissa tapahtuvia muutoksia tarinankerronnan aikana (lapset tarinan kertojina, kuuntelijoina jne). Rooleissa tapahtuvia muutoksia tuetaan sellaisen vuorovaikutuksen avulla, jossa robotti pystyy esittämään eri hahmoja. (ks. P.E.T.S.)

20.6. PETS apuvälineenä vammaisten lasten kuntoutuksessa

Teknologian kehittymisen myötä ihmiset hyötyvät lisääntyvän avustavan teknologian saataavuudesta. Yleensä avustavan teknologian on nähty lisäävän itsenäisyyttä, elämän laatua, ja itsetuntoa. Plaisant ja muut (2000) ovat sitä mieltä, että avustavalla teknologialla voi olla myös kuntoutuksellisia funktioita.

Plaisant ja muut (2000) ovat tutkineet sitä, miten PETSiä voidaan käyttää hyväksi vammaisten lasten kuntoutuksessa. Erityisen hyvin se sopii heidän mukaansa liikuntarajoitteisille ja autistisille lapsille. Lapset voivat kauko-ohjata robottia erilaisten vammaan ja kuntoutustavoitteisiin mukautuvien kehontunnistimien avulla. Kuvassa 3 lapsi ohjaa robottia käsinauhoissa ja hatussa olevien tunnistimien avulla. Robotti todennäköisesti motivoi lapsia ja auttaa heitä kuntoutustavoitteiden saavuttamisessa terapeuttisen leikin avulla. Liikuntavammaisilla lapsilla PETS voi auttaa lihasten ja jäsenien kuntouttamisessa. Ohjatesaan lemmikkirobottia kehontunnistimien avulla, lapsi harjoittaa samalla lihaksiaan ja liikeratojaan. Autistisilla lapsilla PETSin toivotaan auttavan tunnetilojen ilmaisemista, mikä on usein vaikeaa autistisille lapsille. PETSin avulla he voivat opetella ilmaisemaan omia tunnetilojaan ja tunnistamaan muiden ihmisten tunnetiloja.



Kuva 3. Käyttäjä pystyy hallitsemaan robottia käsinauhoihin ja hattuun kiinnitettyjen tunnistimien avulla (Plaisant *et al.* 2000).

20.7. Päätelmät ja pohdinta

PETSin kehittämisen lähtökohtina ovat tarinankerronta ja lasten kiinnostus eläimiin ovat hyvin yhteensopivat. Kun katsoo esimerkiksi pehmoeläimellä, nukella tai jollain nykyaikaisella action-miehellä leikkivää lasta, on ilmeistä, että lasten maailmassa tarinankerronnalla on suuri

merkitys sosiaalisten vuorovaikutustaitojen ja ajattelun kehittymisen kannalta. Myös Vygotskyn (1982) näkemys kielen funktioista tukee yllä mainittua väitettä.

Ei ole sama, leikkiikö lapsi yksin vai jonkin fyysisen hahmon kanssa. Yksin leikkiessään lapsi luo mielikuvituksen avulla hahmoja ja tapahtumia. Mutta leikkiessään esimerkiksi PETS-lemmikkirobotin kanssa, lapsi toimii todellisessa maailmassa, jossa omia tunteita on pystyttävä ilmaisemaan. Omista tunteista puhuminen on ainakin aikuisille usein hyvin vaikeaa, ja sama pätee todennäköisesti useimpiin lapsiin. PETS voi auttaa lapsia tunteiden ilmaisemisessa ja vuorovaikutustaitojen kehittämisessä. Tällä saattaa olla suuri merkitys lapsen sosiaalisten ja kommunikatiivisten taitojen kehittymiselle. Plasantin ja muiden mukaan (2000) PETSistä voi olla apua autisten lasten tunneilmaisun kehittämisessä. PETS voisi olla entistä sosiaalisempi ja vuorovaikutustaitoja kehittävämpi, jos se pystyisi toimimaan vastavuoroisesti Sam the Castlematen tavoin (Koivunen, tässä raportissa).

Druin ja muut (1999) eivät valitettavasti ole tutkineet kokeellisten menetelmien avulla lasten tarinankerrontaa ja tarinoihin liitettyjen tunneilmaisujen luonnetta. PETSin kehittämisen kannalta olisi mielestäni hyvä, jos selvitettäisiin, miten PETSiä käytetään ja millaisia tarinoita sen avulla kerrotaan. PETS 4 version tutkimuksessa ollaankin painottamassa entistä enemmän itse tarinankerrontaan liittyviä näkökohtia

Epäselväksi jäi se, miten tunnetilojen toteuttaminen robottilemmikkiin oli onnistunut. Ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa tunnetilat tunnistetaan yleensä melko hyvin sekä puheäänestä että kasvonilmeistä (Hietanen *et al.*, submitted). Robotin avulla eri tunnetilojen esittäminen on todennäköisesti hyvin rajallista ja tiettyyn tunnetilaan liittyvät ominaisuudet suppeammat kuin ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa. Synteettinen puhe kuulostaa usein epämiellyttävältä/omituiselta, ja ehkä tästä johtuen robottien "hassu" puhe oli arvioitu ei-pidetyksi ominaisuudeksi (ks. taulukko 1). Robottiin liitetyt tunnetilat oli valittu niin, että tutkimusryhmän jäsenen tunnistivat ne yhden lapsen esittiminä. Mielestäni vaaditaan laajempaa ja systemaattisempaa tutkimusta, ennen kuin voidaan luotettavasti määritellä ne ominaisuudet, joita robotilla täytyy olla, jotta se pystyy ilmaisemaan tiettyjä tunnetiloja. PETS-lemmikkirobotti esittää tunnetilat kehonliikkeiden avulla (esim. käsien heiluttaminen ja pään kääntäminen). Tunnetiloihin liittyvän informaation määrää ja laatua voitaisiin parantaa KISMETin kaltaisella ratkaisulla, jossa tunnetiloja esitetään myös robotin "kasvonilmeillä". Myös synteettisen puheen prosodisilla ominaisuuksilla on todennäköisesti merkitystä tunnetilojen tunnistamisessa.

PETSin kehittämisessä otettiin huomioon sekä vuorovaikutukseen että suunnitteluympäristöön liittyvät tekijät. Lasten ja aikuisten välinen yhdessä tekeminen on tehokas työmuoto, jos jokaisella ryhmän jäsenellä on oikeus ja mahdollisuus ilmaista itseään ja omia mielipiteitään. Lapsilla tulee olla mahdollisuus vaikuttaa tasavertaisesti aikuisten kanssa ryhmän toimintaan. Vaarana on se, että aikuiset sivuuttavat lasten mielipiteet ja ideat. Tutkimusryhmän toiminnassa oli hyödynnetty erinomaisesti eri alojen ammattilaisten osaamista. Kehitystyön aikana ryhmän jäsenet saivat toisiltaan sellaisia uusia näkökulmia, joita ilman tietyn ongelman ratkaiseminen olisi ollut vaikeaa tai mahdotonta. Toivottavasti myös tulevaisuudessakin

mennään kohti sellaista suunnittelukulttuuria, jossa huomioidaan eri tieteen- ja taiteenalojen asiantuntijuus sekä eri käyttäjäryhmien toiveet, odotukset, ja vaatimukset. Plaisant ja muut (2000) toimivatkin esimerkillisesti, koska he ottavat vammaisia lapsia mukaan kuntoutukseen suunnattujen ratkaisujen kehittämiseen.

Kaiken kaikkiaan PETS tarjoaa mielenkiintoisen ympäristön lasten tarinankerronnalle. Iteratiivisen kehitystyön tuloksena PETS on kehittynyt entistä vuorovaikutteisemmaksi, esteettisemmäksi ja siihen liittyvien toimintojen määrä on kasvanut. PETS ei enää palvele pelkästään tarinankerronnan funktioita, vaan sillä on nykyään myös kuntoutuksellisia funktioita. Koska PETSin kehittäminen jatkuu edelleen, on mahdollista, että tulevaisuudessa PETSiin voidaan liittää uusia ja mielenkiintoisia toimintoja ja ominaisuuksia.

Lähdeluettelo

- Breazeal, C. (1998). A motivational system for regulating human-robot interaction. *Proceedings of AAAI'98*, 126-131.
- Druin, A., Montemayor, J., Hendler, J., McAlister, B., Boltman, A., Fiterman, E., Plaisant, A., Kruskal, A., Olsen, H., Revett, I., Schwenn, T. P., Sumida L., & Wagner, R. (1999). Designing PETS: A personal electronic teller of stories. *Proceedings of the CHI 1999 conference on Human factors in computing systems*, 326 - 329.
- Fujita, M., & Kitano, H. (1998). Development of an autonomous quadruped robot for robot entertainment. *Autonomous Robots*, 5(1), 7-18.
- Hietanen, J.K., Illi, M., Leppänen, J.M., & Surakka, V (Submitted). Selective attention to facial and vocal components of audiovisual expressions of emotions. *Social Cognition*.
- Loyall, A. B., & Bates, J. (1997). Personality-rich believable agents that use language. *Proceedings of first annual conference on autonomous agents*.
- Montemayor, J., Druin, A., & Hendler, J. (2000). PETS: A personal electronic teller of stories. In A. Druin (Ed.) *Robots for kids: Exploring new technologies for learning experiences*, Academic Press, 73-108.
- Montemayor, J., Druin, A., and Hendler, J. (2002). From PETS to storyrooms: Constructive storytelling systems designed with children, for children. In K. Dautenhahn, A. Bond, L. Canamero, and B. Edmonds (Eds.) *Socially Intelligent Agents - creating relationships with computers and robots..* Kluwer Academic Publishers, in print.
- P.E.T.S. <<http://www.cs.umd.edu/hcil/kiddesign/pets.shtml>> Viitattu 06.01.2002.
- Plaisant, C., Druin, A., Lathan, C., Dakhane, K., Edwards, K., Vice J. M. & Montemayor, J. (2000). A storytelling robot for pediatric rehabilitation. *Proceedings of ASSETS'2000*.
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borvoy, R., Colella, V., Kramer, K., & Silverman, B. (1998). Digital manipulatives: New toys to think with. *Proceedings of the CHI 1998 conference on Human factors in computing systems*, 281-287.
- The Handy Board <<http://www.handyboard.com/>> Viitattu 06.01.2002.

Umaschi, M. (1997). Soft toys with computer hearts: Building personal storytelling environments. *Extended Abstracts of the CHI 1997 on Human factors in computing systems*,20-21.

Vygotsky, L.S. (1982). *Ajattelu ja kieli*. Espoo: Weilin & Göös, 1982.