
Interaktiivisen tarinankerronnan hyöty lisätyn todellisuuden oppaissa

Pro gradu -tutkielma
Turun yliopisto
Tulevaisuuden teknologioiden laitos
Vuorovaikutussuunnittelu
2019
Juho Pääkylä

JUHO PÄÄKYLÄ: Interaktiivisen tarinankerronnan hyöty lisätyn todellisuuden oppaissa

Pro gradu -tutkielma, 51 s.
Vuorovaikutussuunnittelu
Kesäkuu 2019

Tutkimus käsittelee pilottisovelluskokeilua interaktiivisen tarinankerronnan hyödyistä todellisuus oppaissa.

Tutkimuksessa käydään lisätyn todellisuuden teoriaa ja miten se eroaa virtuaalitodellisudesta. Lisätty todellisuus on virtuaalisen sisällön lisäämistä eri laitteiden avulla todellisen kuvan päälle. Interaktiivinen tarinankerronta käydään teoriatasolla läpi ja mitä erityisiä haasteita interaktiivinen elementti tuo tarinankerronnalle. Todellisuus oppaat esitellään ja käydään niiden teoriaa. Todellisuusopas on lisätyllä todellisuudella toteutettu opas. Tutkimus yrittää havainnollistaa todellisuus oppaiden haasteita käyttämällä esimerkkisovelluksia pohjana.

Tutkimuksessa selvitetään miten tutkimuskysymystä selvittämään luotu sovellus luotiin. Tämän lisäksi käydään läpi sovelluskehityspäätökset ja mitkä asiat vaikuttivat niihin.

Testaukset suoritettiin keräämällä vapaaehtoisia testajia kokeilemaan sovellusta. Tiedot kerättiin kyselylomakkeilla ja vapaamuotoisella haastattelulla. Tämän jälkeen tiedot analysoidaan ja tarjotaan tuloksista tehtävät päätelmät. Tulokset testeistä eivät osoittaneet muuta kuin suuntaa antaviksi. Muutamia tulokset antavat ymmärtää mahdollista tutkimuskysymystä tukevia kohtia. Tätä ei voi kuitenkaan perustavalaatuisesti todeta pienen marginaalin vuoksi. Tästä johtuen jatkotutkimukseen on suositeltavissa tarkempi testausasetelma ja sovellussuunnittelu. Tutkimuksen pääasiallinen tulos ovat suositukset tulevia tutkimuksia varten.

Asiasanat: Lisätty todellisuus, Todellisuusopas, Interaktiivinen tarinakerronta

UNIVERSITY OF TURKU
Department of Future Technologies

JUHO PÄÄKYLÄ: Interaktiivisen tarinankerronnan hyöty lisätyn todellisuuden oppaissa

Master of Science Thesis, 51 p.
Interaction Design
June 2019

The study is about application trial testing the benefits of interactive storytelling in reality guides.

Study goes through theory about augmented reality and how it differs from virtual reality. Augmented reality combines virtual content on top of real content using different devices. Interactive story telling is handled on theory level. Special attention is paid to what difficulties interactive elements brings to storytelling. Reality guides are introduced and their theory is explained. Reality guides are guides made using augmented reality. Study attempts to demonstrate challenges of reality guides by using example cases.

In the Study the development of the trial application is explained. The decision making process is explained and which factors played parts in them.

The testing was carried out by utilizing volunteers. Testing lead to data gathering followed the testing in form of questionnaire and free form interviews. After this analysis of data is carried out. Results of the study are not definitive. Few of the data points would slightly support the thesis research question. These are however on a too small a margin. This is why the study can only make suggestions for better testing and application design in a form of recommendations for future studies.

Keywords: Augmented reality, Reality guide, Interactive Storytelling

Sisältö

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 Johdanto | 1 |
| 1.1 Motivaatio | 1 |
| 1.2 Tutkimuskysymys | 2 |
| 1.3 Työn sisältö | 3 |
| 2 Lisätty todellisuus | 4 |
| 2.1 Määritelmä | 4 |
| 2.2 Lisätty todellisuus suhteessa virtuaalitodellisuuteen | 4 |
| 2.3 AR seurantatekniikoita | 5 |
| 2.4 AR alustoja | 6 |
| 3 Interaktiivinen tarinankerronta | 9 |
| 3.1 Lineaarinen ja haarautuva tarina | 10 |
| 3.2 Interaktiivisen tarinankerronnan haasteet | 12 |
| 4 Todellisuusoppaat | 15 |
| 5 Käyttäjän opastus lisätyssä todellisuudessa | 18 |
| 5.1 Tapaus: Luostarinmäki | 19 |
| 5.1.1 Sovelluksen kuvaus | 19 |
| 5.1.2 Ohjauskeinot | 20 |
| 5.2 Tapaus: Reformaatio 500: Sanaseppä | 20 |

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2.1 | Sovelluksen kuvaus | 20 |
| 5.2.2 | Ohjauskeinot | 21 |
| 5.3 | Tapaus: Google Maps – lisätty todellisuus | 22 |
| 5.3.1 | Sovelluksen kuvaus | 22 |
| 5.3.2 | Ohjauskeinot | 22 |
| 5.4 | Yhteenveto | 22 |
| 5.4.1 | Mahdollisuudet ja haasteet | 22 |
| 5.4.2 | Ohjauskeinojen valinnat pilottisovellukseen | 23 |
| 6 | Pilottikokeilu | 24 |
| 6.1 | Tutkimusmenetelmä | 24 |
| 6.2 | Sovelluksen toteutuksen työkalut | 24 |
| 6.3 | Sovelluksen toteutus | 25 |
| 6.3.1 | Testikysymykset | 29 |
| 6.4 | Testausjärjestely | 30 |
| 6.4.1 | Testausaika | 30 |
| 6.4.2 | Testaus | 31 |
| 6.4.3 | Lomake 1 | 33 |
| 6.4.4 | Lomake 2 | 34 |
| 7 | Tulokset | 35 |
| 7.1 | Monivalintakysymykset | 35 |
| 7.2 | Sisältökysymys tulokset | 41 |
| 7.3 | Vapaamuotoiset vastaukset | 42 |
| 7.3.1 | Miten kävitte esittelyn läpi? | 43 |
| 7.3.2 | Noudatitteko laitteen ohjeita? Jos ette, niin mikä motivoi lähtemään omalle polulle? | 43 |

| | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.3.3 | Kävittekö uudelleen jo vierailuissa paikoissa? Mikä motivoi tekemään tämän päätöksen? | 43 |
| 7.4 | Haastattelut | 44 |
| 7.5 | Tulosten analysointi | 45 |
| 8 | Yhteenveto | 49 |
| | Lähdeluettelo | 52 |

1 Johdanto

1.1 Motivaatio

Nyky aikaan asti eri paikat ovat joutuneet nojaamaan perinteisiin opaskeinoihin. Nykyaikainen mobiiliteknologia teknologia on tuonut merkittäviä uusia mahdollisuuksia opastukseen. Todellisuusoppaat ovat tuoneet uuden mahdollisuuden jakaa tietoa uudella tavalla. Perinteiset paperi oppaat ovat samanlaisia, ellei uusia oppaita paineta. Tämä ei ole ongelma todellisuusoppaissa. Todellisuusoppaat on yleinen termi lisätyn todellisuuden oppaalle. Todellisuusoppaat ovat kuitenkin vain perinteisen oppaan muuttamista eri muotoon. Interaktiivinen tarinankerronta voi tarjota uusia mahdollisuuksia kuin myös lisätty todellisuus. Vaikka tämä tuo mieleen tietokone pelit, niin interaktiivinen tarinankerronta ei rajoitu vain niihin, vaan siitä voidaan ottaa oppia myös todellisuusoppaisiin. Tämä yhdistettynä yleistyvään älylaitetekantaan ja uusi mahdollisuus tulee esille. Ennen lisätty todellisuus visioitiin käytettäväksi yleisesti erityislaitteilla, jotka olisi hankittava erikseen. Älylaitteet puhelimista lähtien tarjoavat mahdollisuuden toteuttaa lisätyn todellisuuden ratkaisuja ilman erillislaitetta.

Lähdin tekemään tätä tutkimusta oman työtaustani inspiroimana. Olen ollut useissa lisätyn todellisuuden projekteissa tutkimusavustajana. Nämä projektit olivat useille eri tahoille tarkoitettuja pilottisovellus kokeiluja, joiden lopputuloksena oli parhaiden käytänteiden opas lisätyn todellisuuden sovelluksille. Pilottisovellukset olivat tarkoitettu vain testaukseen ja täten eivät olleet kehitetty kaupalliseen julkaisuun kelpaavaksi. Sovellusten

kehittämisessä tehtiin poikkitieteellistä työtä Turun yliopiston Brahea keskuksen Technology Research Centerin ja historian laitoksen kesken. Tämä poikkitieteellisyys oli kipiinä oman tutkimuksen aiheelle. Useat lisätyntodellisuuden opas sovellukset yrittävät keskittyä siirtämään perinteinen kokemus lisättyyn todellisuuteen. Omassa tutkimuksessani keskityn interaktiivisen tarinankerronnan mahdollisiin hyötyihin lisätyn todellisuuden oppaissa. Tämä on tarkemmin määritelty tutkimuskysymyksessäni.

1.2 Tutkimuskysymys

Tutkimuksessa pyritään vastaamaan miten interaktiivinen tarinankerronta voi lisätä arvoa lisätyn todellisuuden oppaisiin. Tutkimuksen hypoteesi on, että tarinankerronta tuo lisäarvoa oppaisiin.

Tutkimuksessa käydään läpi interaktiivinen tarinankerronta, lisätty todellisuus ja niiden toiminta yhdessä oppaissa. Samalla otetaan useita tutkimuksellisia ja kaupallisia sovelluksia käsittelyyn jotka kuuluvat tähän aiheeseen. Sovelluksissa selvitetään, mitä haasteita perinteisissä medioissa ja järjestelmissä on. Tutkimuksen kautta yritetään selvittää mitä erityishaasteita lisätty todellisuus tuo interaktiivisille tarinankerrontakeinoille.

Varsinainen tutkimus suoritetaan lisätyn todellisuuden opasovelluksella, joka sisältää yksinkertaisen interaktiivisen tarinankerronnan keinoja. Tutkimuskysymys on kolmiosainen. Ensimmäisessä osassa selvitetään perinteisten oppaiden ongelmat. Toinen osa selvittää onko lisätystä todellisuudesta apua oppaille sekä onko interaktiivisesta tarinankerronnasta hyötyä oppaille. Kolmantena selvitetään toistuvatko ensimmäisen tutkimuskysymyksen osan ongelmat lisätyssä todellisuudessa. Tutkimuksen tulokset kerätään pilottikokeilussa, jossa käyttäjät testaavat joko sovellusopasta tai paperiopasta. Tulokset koostetaan kyselylomakkeilla kerätystä määrällisestä datasta ja laadullisesta haastatteluaineistosta.

1.3 Työn sisältö

Työni koostuu seuraavista osista. Aluksi käyn läpi lisätyn todellisuuden perusteet sekä teorioita läpi. Miten lisätty todellisuus eroaa virtuaalitodellisuudesta. Näiden jälkeen käyn läpi mitä lisätty todellisuus tarkoittaa käytännön tasolla. Mitä tekniikoita ja laitteita tarvitaan lisätytodellisuuden aikaansaannokseksi.

Tämän jälkeen käyn läpi työni toisen merkittävän osan, jossa käsitellään interaktiivista tarinankerrontaa. Tässä käytän aikaa selvittämään, mikä on ero interaktiivisen- ja perinteisen tarinankerronnan välillä. Tämän jälkeen esittelen interaktiivisen tarinankerronnan tyyppejä ja mitä aikaisempia tutkimuksia aiheesta on tehty. Käyn läpi näistä tutkimuksista erityisesti interaktiivisuuden aiheuttavat ongelmat.

Todellisuusoppaat ovat kolmas keskeinen aihe, jonka käyn läpi tutkimuksessani. Selvitän todellisuusoppaiden perusteet ja mitä niiden alalla on aikaisemmin tutkittu. Mitä etuuksia lisätyn todellisuuden toteutuksella on verrattuna perinteisiin oppaisiin.

Taustaselvityksen jälkeen käyn läpi, miten käyttäjiä opastetaan lisätyssä todellisuudessa. Keskityn lisätyn todellisuuden tuomiin haasteisiin niin sovellusten suunnittelulle kuin toteutukselle. Käyn kolmen esimerkkitapauksen läpi miten muissa tutkimuksissa tai kaupallisissa sovelluksissa on tämä asia ratkaistu. Lopuksi annan yhteenvedona mitä mahdollisia hyviä ja huonoja puolia näillä opastuskeinoilla on.

Edeltävät taustatutkimuksen kohteet ja esimerkkitapausten jälkeen käyn tutkimuksessani läpi oman pilottikokeilun. Mikä oli tarkoitus ottaa selvää. Miten sovellus tehtiin. Mitä sovellus teki. Tämän jälkeen käyn läpi testausjärjestelyn ja miten testauksesta kerättiin tutkittavaa tietoa. Lopuksi käyn läpi tulokset. Tähän sisältyy kysymysten tulokset taulukoina. Kyselylomakkeen tulosten lisäksi käyn läpi, mitä huomioita testauksen lopuksi suoritettu vapaamuotoinen haastattelu toi. Näiden jälkeen annan oman analyysini tuloksista ja mahdollisista jatkosuosituksista tuleviin tutkimuksiin.

2 Lisätty todellisuus

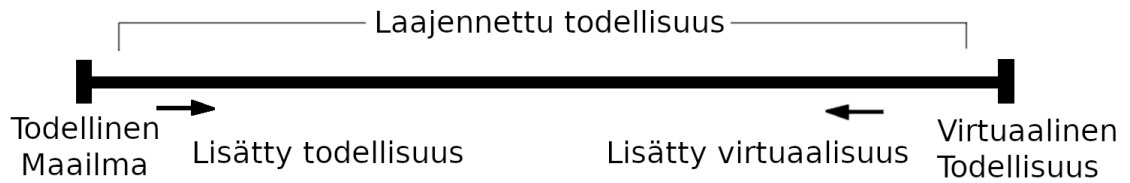
2.1 Määritelmä

Lisätty todellisuus on pitkään ollut käsite. Se on aikaisemmin määritelty kolmella tunto-merkillä [1]. Lisätty todellisuus yhdistää todellisuutta ja virtuaalisuutta. Se on vuorovai-
kutettavissa reaaliajassa ja se on havainnoitavissa kolmessa ulottuvuudessa.

2.2 Lisätty todellisuus suhteessa virtuaalitodellisuuteen

Puhuttaessa lisätystä todellisuudesta on puhuttava myös virtuaalitodellisuudesta selkeää erottelua varten. Virtuaalitodellisuus on ympäristö, joka on luotu keinotekoisesti ja esi-
tetty täysin erinäisillä audiovisuaalisilla näytöillä. Tämä voi tarkoittaa kaikille aisteille
tehtyä keinotekoisia kokemuksia, mutta nykyään käytännössä katsoen tämä tarkoittaa au-
diovisuaalisia kokemuksia. Lisätyssä todellisuudessa oikeaa maailmaa ehostetaan lisätie-
dolla. Tämä voi sisältää 2D ja 3D kuvia, joka nähdään erinäisten laitteiden läpi. Näihin
kuuluu esimerkiksi mobiililaitteita tai datalaseja. Lisättyjen kuvien tarkoitus on näyttää
siltä, että ne ovat samassa tilassa kuin oikeat esineet. [2]

Laajennettu todellisuus sisältää lisätyn todellisuuden ja lisätyn virtuaalisuuden. Vir-
tuaalitodellisuus on todellisuuden vastakohta tässä. Näiden ryhmittely näkyy hyvin alla
olevasta kuvasta 2.1. Laajennettuun todellisuuteen kuuluu kaikki, jotka ei lukeudu puh-
taaseen todellisuuteen tai virtuaalitodellisuuteen. Lisätyn todellisuuden ja lisätyn virtuaa-
lisuuden välinen raja on häilyvä. Näitä voidaan kuvata siten, että lisätyssä todellisuudessa



Kuva 2.1: Laajennetun todellisuuden jatkumo. [3]

suurin osa sisällöstä on todellista sisältöä ja lisättyssä virtuaalisuudessa suurin osa sisällöstä on taas virtuaalista. [2]

Viime vuosikymmenen aikana tapahtunut räjähdysmäinen älylaitteiden yleistymisen on tuonut lisätyn todellisuuden helpommin käyttäjien saataville. [2]

2.3 AR seurantatekniikoita

Jotta virtuaaliset sisällöt voidaan asettaa oikein laitteen ruudulle, tarvitsee käyttäjän paikka maailmassa tietää tarkasti. Tätä prosessia kutsutaan käyttäjän seuraamiseksi [2]. Tässä seurataan käyttäjän sijaintia ja katsomissuuntaa. Tähän on useita eri keinoja ja parhaan keinon valitsemiseksi tarvitsee valita keino sovelluskohtaisesti.

Gyroskoopin ja kompassin yhdistettynä GPS tietoon mahdollistaa kohtuulliseen tarkkuuteen käyttäjän paikan löytämiseen. Tämä ei sovellu kuitenkaan tarkkuutta vaativiin sovelluksiin.

Käyttäjää voidaan seurata myös käyttäjän ulkopuolelle asetettujen kameroiden, lasereiden, LED:ien ja muiden sensoreiden avulla. Tämä on hyvin rajoitettu, missä sitä voidaan käyttää. Tätä käytetään esimerkiksi HTC Vive virtuaalilaitteen kanssa.

Merkkipohjaisessa seurannassa usein käytetään mustavalkoista kuviota, joka asetetaan tunnettuun paikkaan ympäristössä. Tässä mobiililaitteen kameran kuva analysoidaan lähes reaaliajassa. Kun merkki on tunnistettu, laite laskee tunnistetun merkin koon ja muodon perusteella käyttäjän sijainnin ja lopulta voi asettaa virtuaalisen sisällön oikein ruu-

dulle. Tällä on rajoitteensa käyttöetäisyydessä ja merkit voivat olla useissa ympäristöissä häiritseviä.

Kuvapohjaisessa seurannassa käytetään värikuvia mustavalkoisten merkkien sijaan. Tämä toimii useilla lähietäisyydelle suunnitelluilla sovelluksilla, mutta käyttöetäisyys on rajoitetumpi kuin merkkipohjaisessa. Muuten kuvapohjainen on hyvin samankaltainen kuin merkkipohjainen.

Kaksiulotteisten pintojen sijaan voidaan myös käyttää olemassa olevia kolmiulotteisia esineitä tai ympäristöä seurannan toteuttamiseksi. Tämä kutsutaan merkittömäksi seurannaksi, joka ei tarvitse erikseen asetettavia kuvia tai merkkejä seurannan toteuttamiseksi. Viimeaikainen lähestyminen tämän seurannan toteuttamiseen on pistepilvipohjainen seuranta. Tässä luodaan kolmiulotteinen pistepilvi joka mahdollistaa monimutkaisten ja kaukaisten esineiden seurannan. Nämä pistepilvet luodaan suuresta määrästä kuvia, jotka muodostetaan kolmannen osapuolen sovelluksilla. Ongelmia tällä lähestymisellä on ympäristön muuttumisen hallinta, kuten katseluetäisyydet, valaistus ja esineiden siirtyminen.

SLAM (Simultaneous localization and mapping) on samanaikainen paikallistaminen ja kartoittaminen. Tämä toimii samankaltaisesti kuin pistepilvi seuranta. Tässä reaaliajassa skannataan ympäristöä ennalta prosessoidun pistepilven sijaan. Tämä vaatii kuitenkin erillisen alustusvaiheen ennen käyttöönottoa. [2]

2.4 AR alustoja

Lisätty todellisuus vaatii laitteiston toimiakseen. Tähän on useita tarkoitukseen rakennettuja ratkaisuja, joista käyn muutaman esimerkin seuraavaksi.

Google Glass on Googlen kehittämä lisätyn todellisuuden lasit, jotka pyrkivät olemaan lähes silmälasien kaltaiset käyttömukavuudeltaan. Lasien vasemmalla sangalla oleva kamera hoitaa ympäristön seurannan joka välitetään laseissa oleviin näyttöihin. Tämä mahdollistaa sisällön näyttämisen käyttäjän näkökentässä. Laite on myös kevyt pitää

päällä [4]. Google lopetti Google Glass lasien myynnin 2015 tammikuussa. [5]

Hololens (kuvassa 2.2) on Microsoftin kehittämä lisätyntodellisuuden lasit, jotka käyttävät syvyyskameroita tilan ja käyttäjän sijainnin seurantaan. Lasien pukijat käyttävät laitetta tekemällä käsieleitä, jotka laitteen kamerat lukee. Nämä tulkitaan komennoiksi laitteen prosessorissa. [6] Hololens on tällä hetkellä vain kehittäjille tarkoitettu tuote. Microsoft julkaisi vuoden 2019 helmikuussa Hololens 2 lisätyn todellisuuden visiiriin. [7]



Kuva 2.2: Microsoft Hololens lisätyn todellisuuden lasit.[8]

Magic Leap (kuvassa 2.3) on Magic Leap Inc:in kehittämä lisätyn todellisuuden lasit. Ne toimivat hyvin samankaltaisesti kuin Google Glasses:it, mutta poikkeavat toteutukseltaan. Lasit estävät valikoidusti lasien läpi tulevaa valoa [9]. Tämän on tarkoitus näyttää, että lisätyn todellisuuden esineet estävä valon kulun. Lasien kehitys ei ole kyennyt täyttämään alustavia visioita tuotteen toiminnallisuudesta [10].

Nämä esitellyt laitteet ovat keskimäärin hyvin kalliita ja vaativat oman laitteen sisällön katselulle. Nykyään useat lisätyn todellisuuden sovellukset ovat mobiililaitte pohjaisia. Tälle on yksinkertainen selitys. Nykyään hyvin monella ihmisellä on käytössään mobiililaitte, joka kykenee videokuvaukseen. Tämä on keskeinen ominaisuus jota hyödynnetään nykyisissä seurantatekniikoissa. Tämä mahdollistaa myös paremman markkinoille tun-



Kuva 2.3: Magic Leap lisätyn todellisuuden lasit. [11]

keutumisen, sillä tämä lisätyntodellisuuden alustaa ei tarvitse hankkia vain lisätyn todellisuuden sovellusta varten [12].

3 Interaktiivinen tarinankerronta

Todellisuusoppaat ovat uusi tapa opastaa kävijöitä eri paikoissa. Se itsessään on kuitenkin vain perinteisen oppaan siirtäminen lisättyyn todellisuuteen. Työni tavoitteena on tutkia mahdollinen hyöty tarinankerronnan lisäämisestä tällaiseen oppaaseen. Interaktiivisella tarinankerronnalla on pitkä historia ja sitä on myös merkittävästi tutkittu. Käyn läpi aikaisempaa tutkimusta tässä kappaleessa.

Interaktiivinen tarinankerronta on tarina, joka muuttuu käyttäjän vuorovaikutuksen mukaan. Tämä on täysin eri tarinankerronta muoto verrattuna median vaihtoon, esimerkiksi kirjasta elokuvaksi. Interaktiivinen tarinankerronta on tullut selkeästi yleisemmäksi, kun teknologia tuo uusia vuorovaikutuskeinoja.

Perinteisen tarinan ja interaktiivisen tarinan välillä on rakenteellisia eroja. Perinteinen narratiivi on kirjoittajan luoma tarina, joka on esitetty tarkalleen ennalta määritetyllä tavalla. Tämä tarina esitetään ei interaktiivisessa mediassa, jonka lukija kokee suunnitellulla tavalla. Interaktiivinen narratiivi poikkeaa merkittävästi lähes jokaisessa piirteessä. Tässä tarinan luoja luo tarinaelementtejä jotka nivoutuvat yhteen käyttäjän vuoro vaikuttaessa tarinan kanssa. Taulukossa 3 tämä rakenne hahmotellaan. [13]

Interaktiivinen tarinankerronta luo narratiivisen paradoksin. Tämä on ennalta kirjoitetun tarinan rakenteen konflikti toiminnan vapauden ja vuorovaikutuksen kanssa. Interaktiivisen narratiivin heikkous on sen kykenemättömyys taata narratiivinen rakenne. Tosiaikainen vuorovaikutus hahmojen välillä ei välttämättä luo narratiivina koettavaa kokemusta. [13]

Taulukko 3.1: Tarinankerronnan muodot. [14]

| | Elokuvat | Teatteri | Kirjallisuus | Virtuaalitodellisuus |
|-------------------------|-------------|-----------------|--------------|----------------------------------------|
| Ajan ja tilan jatkumo | Matala | Keskinkertainen | Matala | Vahva |
| Kerronnallinen esittely | Visuaalinen | Visuaalinen | Henkinen | Visuaalinen |
| Olemassaolo | Ei fyysinen | Fyysinen | Ei fyysinen | Ei fyysinen, mutta mukaansatempaava |
| Interaktiivisuus | Ei | Kyllä/Ei | Ei | Kyllä |

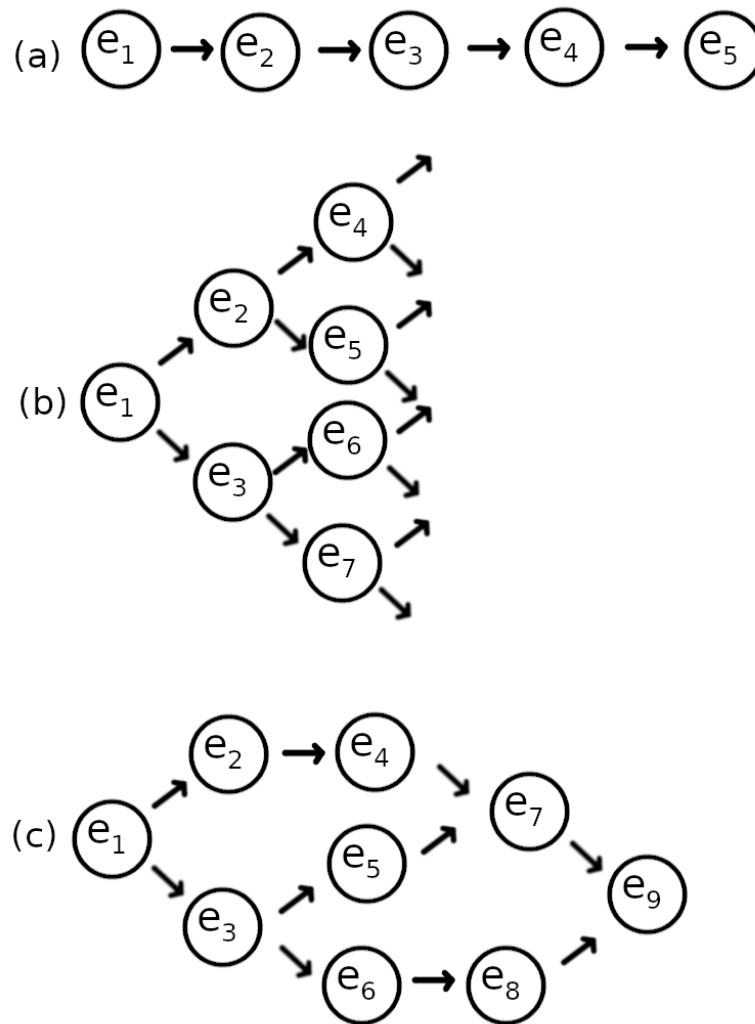
3.1 Lineaarinen ja haarautuva tarina

Tarinoiden rakenteita on usean kaltaisia tietokonepeleissä. Päättyypit ovat lineaarinen, haarautuva ja rinnakkainen, jotka havainnollistuvat kuvassa 3.1. [15]

Tarinarakenteista yksinkertaisin on lineaarinen tarina. Tässä tarina kulkee episodisesti eteenpäin yhtä polkua ja päättyy aina samaan pisteeseen. Tässä tarinaa voi rytmittää pelialueen, välivideoiden ja päävastusten kanssa. Tässä vapaus on pelaamisessa, mutta varsinainen tarinan kulku on lineaarinen. Tämä on interaktiivisen tarinankerronnan puolesta hyvin kevyt toteutus ja jopa voidaan väittää, että vuorovaikutuksen puute ei tee tästä interaktiivista tarinaa.

Haarautuva rakenne tarinalle on teoriassa paras interaktiivisessa tarinankerronnassa. Tässä jokainen tehtävä päätös päättyy täysin ainutlaatuiseseen seuraamukseen. Ongelma tämä kanssa on käytännössä eksponentiaalinen vaihtoehtojen kasvaminen. Tämä tekee puhtaasta haarautuvasta rakenteesta käytännössä katsoen mahdottoman toteuttaa.

Tämä johtaa siihen, että useat pelit käyttävä rinnakkaispolkujen rakennetta. Tässä valinnat väliaikaisesti johtavat haaraumiin tarinassa, joka yhdistyvät jossain vaiheessa muiden rinnakkaisten polkuihin. Tällöin valinnat luovat vapauden illusion, vaikka pelaajat eivät ole täysin vapaita tarinan kanssa. Tämä tekee haarautuvasta tarinarakenteesta käytännössä toimivan.



Kuva 3.1: Interaktiivisen tarinankerronnan eri muodot. a) Lineaarinen, b) Haarautuva, c) Rinnakkainen [15]

3.2 Interaktiivisen tarinankerronnan haasteet

Kuten aikaisemmin nähtiin, että interaktiivinen tarinankerronta sisältää merkittäviä käytännön ongelmia teknisestä näkökulmasta. Tarinan rakenne on vain yksi haaste. Haasteita ilmestyy myös tarinan sisällön tuoton kanssa. Tähän on eri tutkijoilta näkemyksiä, mitä nämä ongelmat ovat.

Andrew Stern [16] esittää viisi interaktiivisen tarinankerronnan ongelmaa. Nämä kohdat käydään läpi seuraavaksi.

Agency - Toiminta: Pelaajalle tulee tarjota toiminnan mahdollisuus tarinan vaikuttamisen kanssa. Tämä on kriittinen pelaajan vapauden tunteen näkökulmasta. Tämä luo ongelmia narratiivisen rakenteen kanssa.

Generation - Luonti: Interaktiivisen tarinan luonti haarautuvassa rakenteessa tulee äärimmäisen työlääksi, jos sisältöä tuotetaan käsin. Tämän johdosta reaaliaikainen tarina sisällön luonti on järkevä tapa saavuttaa eheä tarina käytännössä.

Interface - Käyttöliittymä: Käyttöliittymä on tärkeä pelaajan mahdollisuudelle ohjata tarinan kulkua. Tämä vaatii edistyäkseen luonnollisen kielen ja elepohjaisten käyttöliittymien kehittämistä.

Connection generation and interface - Yhteys luonnin ja käyttöliittymän välillä: Tarinan luonti ja käyttöliittymän välinen yhteys on tärkeä osa pelaajan toimille. Pelaajan on saatava ymmärrettävää tarinasisältöä sisällönluontijärjestelmältä ja käyttöliittymän on tuettava pelaajan haluja vaikuttaa tarinaan.

Terminology - Terminologia: Terminologia interaktiivisen tarinankerronnan kanssa on ongelmissa, koska se lainaa paljon termejä perinteisestä tarinankerronnasta, joka voi harhauttaa.

Ernest Adams [17] tarjoaa oman näkemyksen sisällön haasteiden kanssa, jotka käydään lävitse alla.

Problem of amnesia - Muistinmenetyksen ongelma: Tämä ongelma on pelaajan ja pelattavan hahmon tiedon eroavaisuus. Tässä pelaaja ohjaa hahmoja, jonka pitäisi olla

tuttu ympäristönsä kanssa ja pelaaja ei ole. Tämä johtaa ristiriitaiseen tilanteeseen, jossa pelaaja yrittää ohjastaa hahmoa, josta hän ei tiedä paljon. Tässä pelaaja tutkii ympäristöä, joka on tuttu hahmolle. Tämä on esimerkiksi monelle seikkailupelille ongelma. Jos pelaaja ohjastaa hahmoa, jolle ympäristö ei ole tuttu, tämä ongelma ei esiinny merkittävässä määrin.

Problem of internal consistency - Sisäisen yhdenmukaisuuden ongelma: Narratiivin sisäinen yhdenmukaisuus on ongelma, jonka pelaaja voi aiheuttaa. Tähän tutkijalla on kolme pääasiallista tapaa miten se voi tapahtua. Juonen rikkominen voi aiheutua pelaajan aiheuttamalla epäjohdonmukaisuuksia tarinan myöhempisiin vaiheisiin teoillaan. Pelaaja voi rikkoa hahmoa tekemällä tekoja, jotka eivät sovi ennalta määrättyyn persoonaan. Pelaaja voi myös rikkoa maailman säännöt ideoita ja tekoja jotka eivät sovi tarinan maailmaan.

Problem of narrative flow - Narratiivinen virta: Tarinan rytmitys on tarkka. Se vaatii sopivat tarinan elementit oikeilla kohdilla ja oikein rytmittynä, että haluttu tulos saadaan. Esimerkiksi elokuvissa tämä on helpompi toteuttaa verrattuna peleihin, koska kaikki tehdään ennalta. Pelissä pelaaja voi helposti rikkoa tätä, jos hänellä on tarpeeksi toiminnan vapautta, joka voi johtaa tilanteeseen, että osa tarina elementeistä jää kokematta. Tämä on verrattavissa elokuvaan, josta on editointivaiheessa poistettu tärkeä kohtaus, johon viitataan myöhemmin. Tässä kohtaa katsoja ei tunne haluttua tarinan tuomaa tunnetta.

Tension between user' freedom and well-formed stories - Käyttäjän vapauden ja hyvin muodostettujen tarinoiden välinen jännite: Tämä on summa edellisistä kohdista, joka nostaa esille ongelman interaktiivisessa mediassa. Tämä on tarinan luojan ja tarinan pelaajan välinen jännite, jossa pelaajan vapaus menee usein tarinan luojan tahtoa vastaan. Tähän on esitetty monia ratkaisuja, jotka rajoittavat usein pelaajan toiminnan vapautta.

Näissä edellisissä kohdissa tutkijat ovat myös ehdottaneet ratkaisuja ongelmiin. Nämä ovat usein kompromisseja. Nämä ovat muutamien tutkijoiden havainnot interaktiivi-

sen tarinankerronnan mahdollisuuksista ja haasteista. Olen aikaisemmassa tutkimuskoke-
muksessa havainnut lisätyn todellisuuden asettavan erityishaasteita tälle. Niitä käydään
myöhemmässä kappaleessa läpi. Tämän tarjoaa ymmärryksen interaktiivisen tarinanker-
ronnan perusteille.

4 Todellisuusoppaat

Todellisuusoppaat tai Reality Guides ovat joukko sovelluksia, joiden tarkoitus on auttaa, opettaa tai tukea käyttäjiä oikeassa maailmassa [18]. Niitä käytetään muun muassa kuvittamaan historiaa, antamaan opetusta oppilaille tai tarjota palveluita vierailijoille. Näitä oppaita käytetään monessa paikassa. Nämä todellisuusoppaat tukevat perinteisiä paperi oppaita ellei jopa korvaa niitä.

Oppaita on monia eri tyyppisiä. Perinteisemmät oppaat ovat digitaalisia versioita paperi oppaista, jossa tieto välitetään käyttäjälle. Muunlainen opas voi olla esimerkiksi sosiaalisesta mediasta vaikutteita saanut sovellus. Todellisuusoppaat risteävät interaktiivisen tarinankerronnan kanssa, kun puhutaan sovellusten pelillistamisestä. Pelillistäminen tarkoittaa palvelun parantamista pelillisillä käyttömahdollisuuksilla tukemaan käyttäjän yleistä kokemusta [19].

Sisältö ja suunnittelu tasolla ei ole vielä yhtenäistä tieteellistä konsensusta miten sovelluksia pitäisi kategorisoida [18]. Esimerkiksi tarinan lisääminen sovellukseen luokittelu pelillistämiseksi tuo kysymyksiä, miten sähköisiä kirjoja luokiteltaisiin tältä näkökulmalta.

Todellisuusopas -sovellukset ovat uusinta teknologiaa ja usein uusinta teknologiaa ennustetaan yleistymään nopeasti. Näin todellisuusoppaidenkin on ennustettu kehittyvän, mutta tämä ei ole mennyt aivan ennusteiden mukaan. Tähän on esitetty näkemyksiä, joista käyn seuraavaksi yhden läpi antamaan kuvaa mahdollisesta tilanteesta.

Viimeaikaisessa tutkimuksessa [18] on havaittu, että viime aikoina on tullut merkittä-

vä määrä teknologioita, jotka tarjoavat mahdollisuuksia itsepalveluun turismissa. Lisätyn todellisuuden sovellukset ja -laitteet ovat osana tätä ilmiötä. Näiden on tarkoitus tarjota uudenlaisia palveluita. Näiden on tarkoitus turismin kontekstissa maksimoida tyytyväisyys olettamuksella, että lisätty todellisuus on aktiivisesti hyväksytty ja käytetty. Ilmiö kuitenkin on yleistynyt merkittävästi hitaammin kuin odotettu [20]. Tähän asti ei ole riittävää määrää empiiristä dataa miksi yleistymisen ei ole tapahtunut odotetusti. Tähän on luotu kolmen näkökulman tutkimus, joka pohjaa informaation teknologia hyväksynnälle [21]. Seuraavaksi käyn nämä näkökulmat läpi lyhyesti.

Ensimmäinen on teknologinen valmius, joka viittaa ihmisten mielentilaan valmiudesta käyttää teknologiaa. Teknologinen valmius on kasvava kiinnostuksen kohde tutkijoille [21]. Tämä myös vaikuttaa käyttäjän käsitykseen teknologian käytettävyydestä ja käsitettyyn hyödyllisyyteen [22].

Toinen on visuaalinen tekijä, joka vaikuttaa lisätyn todellisuuden hyväksyntään. Esteettinen kokemus on hyvin todennäköisesti suuri vaikuttaja turismi kokemukseen [23]. Sovelluksen esteettinen arvo on oletetusti merkittävä osa halusta käyttää AR sovellusta [18]. Tämä oletus perustuu edeltävillä tutkimuksilla [24]. On tutkittu [25], että käyttäjät yhdistävät paremman ulkoasun helppokäyttöisyyden kanssa. Täten on järkevää ajatella, että lisätyn todellisuuden sovelluksen ulkoasu vaikuttaa myönteisesti uskomuksiin sovelluksesta. Tämä antaa ymmärtää, että lisätyn todellisuuden ulkoasu on tärkeää sovelluksen käytön edistämiseksi.

Kolmanneksi tilallinen tekijä on tärkeää turismille. Tämä viittaa käyttötilanteen edesauttamiseen. Laitteiden toimittaminen kävijöille on tarpeellista useissa tilanteissa huomioon ottaen, että lisätty todellisuus on viimeisintä teknologiaa [26].

Tutkimuksen [18] mukaan nämä kolme näkökulmaa tuovat merkittävän vaikutuksen lisätyn todellisuuden käyttö haluihin ja tahtoon vierailta perintökohteissa. Tutkimuksen mittakaava oli rajoittunut ja kohdistui vain yhteen kohteeseen, niin sen laajempi sovelletavuus on vielä epävarma.

Nämä tekijät ovat olemassa olevan tutkimuksen yksi näkemys, miten turismi hyötyy lisäystä todellisuudesta. Erityisesti miten lisätyn todellisuuden käyttöastetta voitaisiin saada yleistettyä. Tämän tutkimuksen tavoitteena on myös tutkia miten interaktiivinen tarinankerronta voi auttaa lisätyn todellisuuden käytön yleistämisessä. Ajatuksena on tuoda lisätyn todellisuuden sovelluksille lisäarvoa. Pyrin saavuttamaan tämän käyttämällä sovelluksessa interaktiivisia tarinankerronta keinoja. Tämä on tarkoitus tehdä sovelluksesta mukaansatempaavampi.

5 Käyttäjän opastus lisätyssä todellisuudessa

Lisätyn todellisuuden sovellus sisältää merkittäviä haasteita sisällön suunnitteluun, kuten selvitin aikaisemmissa kappaleissa.

Oman työ- ja tutkimustaustan kautta olen huomannut merkittävän haasteen tarinankerronnalle lisätyssä todellisuudessa. Useat tarinankerronnan muodot ja keinot nojaavat jonkinlaiseen tietoon käyttäjän mahdollisuuksista liikkua ja vaikuttaa ympäristöön. Virtuaalisessa maailmassa nämä ovat täysin sovelluksen kehittäjän hallinnassa, kun taas lisätyssä todellisuudessa asia ei ole näin. Todellisuudessa käyttäjä voi mennä mihin tahansa, mitä ympäristö sallii. Tämä asettaa erityisiä haasteita ulkoympäristöihin toteutettuihin sovelluksiin. Haastetta löytyy myös sisätiloissa, jos halutaan kertoa hyvin rytmitetty tarina. Nämä huomiot johtavat tarpeeseen tehdä erilaisia keinoja ohjeistaa käyttäjää. Virtuaaliympäristöt tarjoavat mahdollisuuden suoraan rajoittaa virtuaalimaailmaa. Tätä voisi kutsua kovaksi opastamiseksi, kun taas lisätyssä todellisuudessa ohjauskeinoja voisi kutsua pehmeäksi opastamiseksi.

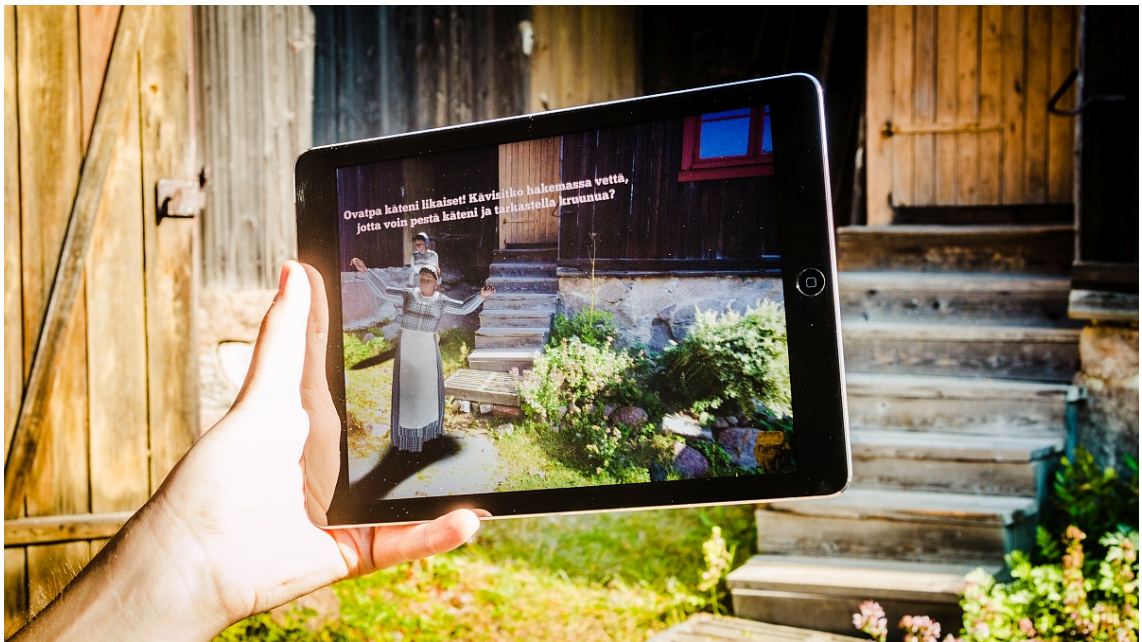
Seuraavaksi käyn läpi oman tutkimustaustan läpi kahdessa eri projektissa kokeiltuja opastuskeinoja lisätyssä todellisuudessa. Ensimmäinen sovelluksista on ulkoilma sovellus, jossa on myös sisältöä sisätiloissa. Toinen sovellus on puhtaasti sisätilasovellus, jossa sisätila on avara.

5.1 Tapaus: Luostarinmäki

5.1.1 Sovelluksen kuvaus

Luostarinmäki Adventure -sovellus, kuvassa 5.1, sijoittuu Luostarinmäen käsityöläismuseoon, joka sijaitsee Suomen Turussa. Museo käsittää alueen vanhoja taloja, jotka säästyivät Turun suurpalolta 1827. Jälleenrakennus vei aikaa ja säästynyttä aluetta ei purettu missään vaiheessa. 1900 luvun ensimmäisellä puoliskolla alueen historiallinen arvo tunnustettiin ja rakennukset säästettiin.

Sovellus itsessään on seikkailupeli, jossa seurataan tarinaa ja ratkotaan pienimuotoisia pulmia. Sovelluksessa seurataan fiktiivistä tarinaa, jossa selvitetään pelattavan hahmon serkun kadonneen hääsormuksen mysteeriä. Tässä keskustellaan dialogi valintojen kautta hahmojen kanssa, jossa hahmot ovat kolmiulotteisesti mallinnettuja hahmoja. Sovelluksen fiktiivinen tarina on tehty yhdessä Luostarinmäen museon henkilökunnan, historia ja museologian opiskelijoiden kanssa. Tarinan idea on antaa historiallisia tietoja seikkailun ohessa. [2] [27] [28]



Kuva 5.1: Luostarinmäki Adventure -sovellus käytössä.

5.1.2 Ohjauskeinot

Sovelluksessa yhtenä ohjeistuskeinona on esimerkkikuva seurantapisteestä ja kulmasta josta seurannan voi saada aikaiseksi. Tämä oli sovellukselle tärkeä ominaisuus, koska ulkotilassa on monta säähän, vuodenaikaan ja vuorokauden aikaan liittyviä muuttujia. Sovellus antaa kartan avulla neuvoja, missä seuraava tarinan paikka on, näyttämällä pisteen kartalla. Käyttäjän paikka on ilmoitettu GPS:n kanssa sijoitetulla pisteellä samassa kartassa. Yksi merkittävimmistä opastuksista käyttäjälle on itse sovelluksen tarinan hahmojen tarjoama ohjeistus. Tämä tapahtuu sovelluksen tarinan yhteydessä. Hahmot tarjoavat dialogin yhteydessä ohjeita. Haastavin opastuskeino teknisesti on käyttäjän johdatus kohteeseen hahmojen toimesta. Tässä hahmot liikkuvat sovelluksen ruudulla lähtöpaikasta loppuun. Tämä vaatii seurannan toiminnan koko matkalta ja osoittautui hyvin työlääksi ja vaativaksi keinoksi. Yksi keino ohjata käyttäjiä on yksinkertainen harmaa skaala kuva. Pistepilvi pohjaisessa seurannassa voi olla vaikea ymmärtää, onko laite löytänyt pistepilven ja saanut seurannan aktiiviseksi. Tähän sovellukseen toteutettiin laitteen kuvan muuttaminen mustavalkoiseksi, kun laitteella ei ollut löydettyä pistepilveä ympäristöstä. Kuva muuttuu takaisin värilliseksi, kun pistepilvestä löytyy vastaavuus ja laitteen paikka on jälleen seurattu.

5.2 Tapaus: Reformaatio 500: Sanaseppä

5.2.1 Sovelluksen kuvaus

Sovellus, kuvassa 5.2, on kokoelma historialliseen aikakauteen sijoittuva fiktiivinen tarina protestanttisen kirkon reformaation aiheuttamista muutoksista ihmisten arkeen. Sovellus on Luostarinmäki sovelluksesta poiketen pelkkä tarina aidossa sijainnissa Turun Tuomiokirkossa. Se ei tarjoa tarinan vaikuttamisen mahdollisuuksia.

Sovelluksessa katsotaan kolmiulotteisesti animoituja kohtauksia sijoittamalla ne Tuomiokirkon sisätiloihin käyttämällä aikaisemmin mainittua pistepilvi seurantaa. Sovellus



Kuva 5.2: Reformaatio 500 -sovellus käytössä.

on valittu tutkimukseen sen ohjauskeinojen vuoksi ja myös oman kokemuksen johdosta sovelluksen yhtenä sisällön tuottajana. [2] [27] [28]

5.2.2 Ohjauskeinot

Sovellus käyttää samankaltaisia ohjauskeinoja käyttäjän opastukseen, kuin Luostarinmäen sovelluksessa, mutta niissä on eroja. Sovelluksessa on karttanäkymä, joka näyttää seuraavan seurantapisteen, jossa on aktiivista sisältöä. Sovellus opastaa näyttämällä kartassa liikkuvilla viivoilla suositeltua kävelyreittiä. Sovellus käyttää myös sisätilapaikannusta antamaan viitteellisen sijainnin käyttäjälle. Tämä yhdistettynä tarkkaan pohjapiirroksen antaa riittävän ymmärryksen todellisesta sijainnista. Sovellus käyttää samankaltaista mustavalkokuvan ohjauskeinoa kuin Luostarinmäki sovellus.

5.3 Tapaus: Google Maps – lisätty todellisuus

5.3.1 Sovelluksen kuvaus

Google Maps on GPS pohjainen kartta, reitti ja navigointiopas sovellus. Sovellus on tarjolla lähes kaikissa Android käyttöjärjestelmää hyödyntävissä älylaitteissa. Sovellus on ilmainen käyttää. Kartta sovellus on ollut pitkään olemassa normaalina GPS pohjaisena navigointi sovelluksena. Nyt Google on tuomassa lisätyn todellisuuden laajennuksen Google Maps sovellukseen. Tässä käytetään laitteen kompassia, GPS:ää ja kameraa tunnistamaan käyttäjän sijainti. Näitä käytetään lisätyn todellisuuden sisällön sijoittamiseen. [29] [30] [31]

5.3.2 Ohjauskeinot

Lisätyn todellisuuden ohjauskeinot ovat laitteen kameran kautta kuvatun videonäkymän päälle asetetut elementit. Näitä ovat esimerkiksi suunta nuolet osoittamaan navigointireitin suuntaan. Tämä antaa suoran ja välittömän palautteen käyttäjälle oikeasta suunnasta. Ennen käyttäjän tarvitsi kävellä tietyn ajan, ennen kuin GPS pohjainen navigointi pystyi antamaan suuntaanantavan tiedon käyttäjän kulkusuunnasta. Tähän on vielä yhdistetty kadun osoitteiden näyttäminen videonäkymässä. Yhtenä ohjauskeinona sovellukseen oli lisätty kolmiulotteinen piirrosmainen kettu hahmo näyttämään reittiä suuntanuolien lisäksi.

5.4 Yhteenveto

5.4.1 Mahdollisuudet ja haasteet

Eri sovellukset ratkaisivat omat ohjausongelmansa omilla tavoillaan. Näissä löytyi useita hyviä ratkaisuja, joilla on kuitenkin rajoitteensa. Nämä ovat listattuna oman analyysini

perusteella taulukossa 5.1. On hyvin mahdollista, että käyttäjän ohjaukseen lisätyn todellisuuden maailmassa ei ole täysin varmaa keinoa. Tähän löydetään varmaan tulevaisuudessa uusia keinoja, kun teknologiset ratkaisut edistyvät. Ohjauskeinot tarjoavat mahdollisuuden opastaa käyttäjää tahdotulle reitille ilman ehdotonta estoa. Tämä mahdollistaa suurelle osalle käyttäjistä mahdollisuuden edetä reitin mukaan, ilman vapauden tunteen kärsimistä. Sovellukset on suunniteltava todellisen ympäristön pohjalle, jos käyttäjää halutaan rajoittaa voimakkaammin. Tämä johtuu siitä, että sovellus on digitaalinen ja käyttäjä ei ole fyysisesti rajoitettu digitaalisen ympäristön takia. Tämä laittaa rajoitteet mitä sovelluksella voidaan tehdä.

Taulukko 5.1: Käyttäjän ohjauskeinot. Mahdollisuudet ja haasteet.

| | Mahdollisuudet | Haasteet |
|------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Mustavalkoruutu | Halpa toteuttaa ja intuitiivinen | Rajallinen hyöty |
| Kartan neuvontakuvat | Halpa toteuttaa | Rajallinen hyöty |
| Kartta | Halpa toteuttaa ja laaja käyttö | Ei merkittäviä |
| Hahmojen opastus | Hyvin intuitiivinen | Vaikea toteuttaa |
| Lisätyn todellisuuden nuolet | Intuitiivinen | Vaikea toteuttaa |

5.4.2 Ohjauskeinojen valinnat pilottisovellukseen

Pilottisovellusta suunnitellessani tein valintoja ohjauskeinojen kanssa. Valikoin ohjauskeinot toteutusmahdollisuuksien mukaan. Itselläni ei ollut esimerkiksi pääsyä toteuttamaan sisätalapaikannusta bluetooth majakoiden kanssa. Tämän takia päädyin pilotti sovelluksen karttatoteutukseen, joka esitellään ensi luvussa. Muita yksikertaisia keinoja lisäämään ohjauskeinoja ovat sisältöön sijoitetut neuvot. Useat monimutkaisemmat ohjauskeinot olivat oman toteutuskyvyn tai aikataulun ulkopuolella, jotka jäivät täten toteuttamatta.

6 Pilottikokeilu

6.1 Tutkimusmenetelmä

Sovelluksen tarkoituksena on tutkia interaktiivisen tarinankerronnan hyötyjä lisätyn todellisuuden oppaissa. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi tein pilottisovelluksen jolla testataan tutkimuskysymystä. Sovellus on todellisuusopas, johon on lisätty interaktiivisen tarinankerronnan keinoja. Tämä sovellus annetaan testaaajille kokeiltavaksi. Tästä kokeilusta kerätään tietoa kahdella tapaa. Ensimmäisenä on testaaajan täytettävä kysely. Tämän jälkeen testaaaja haastatellaan vapaamuotoisesti. Näiden jälkeen tulokset koostetaan ja analysoidaan.

6.2 Sovelluksen toteutuksen työkalut

Toteutin pilottisovelluksen käyttämällä Unity pelinkehitysmoottoria. Tämä mahdollisti helpon sovelluksen toteuttamisen ja käyttöönoton tablettilaitteissa. Unityn valinnan taustalla oli oma kokemus sovelluskehityksestä sen kanssa erityisesti lisätyntodellisuuden sovelluksilla. Tämä alusta tarjosi kaikki keskeiset tarvittavat osat sovelluskehitykseen. Se mahdollistaa sovelluksen ohjelmoinnin ja sovelluksen kääntämisen kohdealustalle. Käytin sovelluksessa C# -ohjelmointikieltä, joka on suoraan tuettu Unity:ssä.

Sovelluksen lisätyn todellisuuden toteutus tehtiin kaupallista Vuforia-kirjastoa käyttämällä. Unity ei itse sisällä sisäänrakennettua lisätyn todellisuuden toteutusta. Tämän kirjaston valitsemiseen vaikutti kaksi pääasiallista tekijää. Omasin entuudesta hieman koke-

musta kyseisellä kirjastolla. Tämän kautta tiesin, mihin Vuforia kykeni ja täten en joutunut kuluttamaan aikaa vaihtoehtojen etsimisessä. Toisena valinnan perusteena oli sovelluksen ilmainen käyttöönotto. Vuforian kehittäjät vaativat lisenssimaksun maksamista, jos sovellus julkaistaisiin missään. Tämä ei ollut ongelma sillä sovellusta ei ollut tarkoitus tehdä julkisesti levitettäväksi. Vuforia-kirjasto kykenee useisiin erilaisiin seurantatekniikoihin. Kolmiulotteisen esineen seuraaminen, symmetrisen esineen seuraaminen ja kuvaseuraaminen. Kuvaseuraaminen oli sovellukselle ja testaukselle hyvä valinta. Vuforiassa haluttu kohdennuskuva ladataan kehittäjän omaan pilvipalveluun heidän oman sivuston kautta (developer.vuforia.com). Täällä kuva prosessoidaan kuvakohteeksi(imagetarget). Näitä kuvia voidaan prosessoida useita samaa sovellusta varten. Kun kuvia on tarpeeksi sovellusta varten, muodostetaan kuvista tietopaketti. Tämän Unity:yn laitettava lisäosa osaa lukea ja tulkita kuvina. Tämän avulla sovellus saa tietää kamerakuvan perusteella mikä kohde on näkyvillä ja miten sisältö kuuluu asettaa ruudulle.

Sovelluskehitystä tukivat ulkoiset sovellukset, joita tarvittiin tuottamaan visuaalinen suunnittelu ja tekstinmuotoilu sisältöä varten. GIMP -kuvankäsittelyohjelma toimi graafisten elementtien toteuttamisessa ja sovittamisessa sovellukselle sopiviin muotoihin. Ohjelman valitsemiseen vaikutti oma kokemus sovelluksen käytöstä. Se on myös avoimen lähdekoodin sovellus, niin sen käyttöön ei liittynyt mitään lisensointeja. Samat syyt olivat Libre Officen käytön kanssa sovelluksen tekstisisällön muokkauksessa.

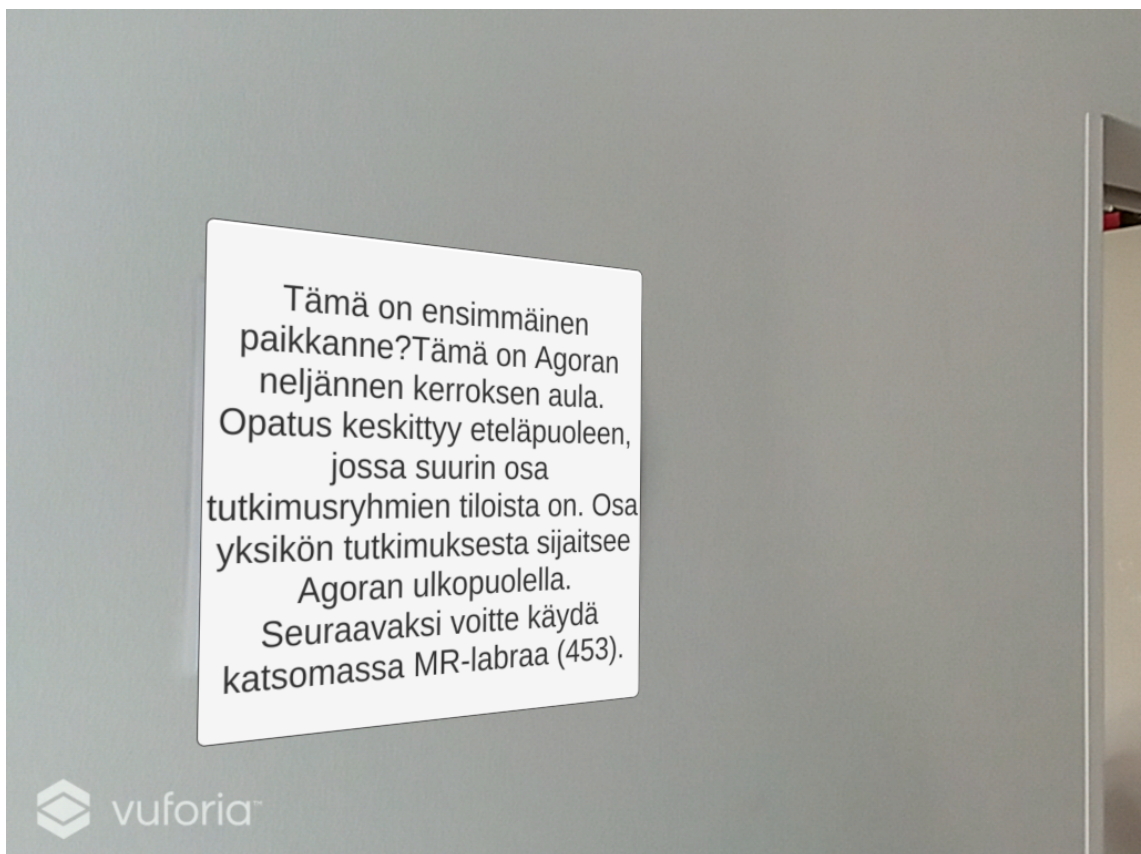
Kehitin sovelluksen Android-käyttöjärjestelmää käyttäville tablet laitteille. Itse sovelluksen kehittäminen tapahtui Windows 7 x64 ympäristössä.

6.3 Sovelluksen toteutus

Sovelluksen testausympäristö oli Turun yliopiston Agora-rakennuksen 4:n kerroksen tilat. Nämä tilat valikoituivat helpomman testausjärjestelyn vuoksi ja myös potentiaalisena jatkokehitysmahdollisuutena julkaistavan sovelluksen kehitykseen samassa ympäris-

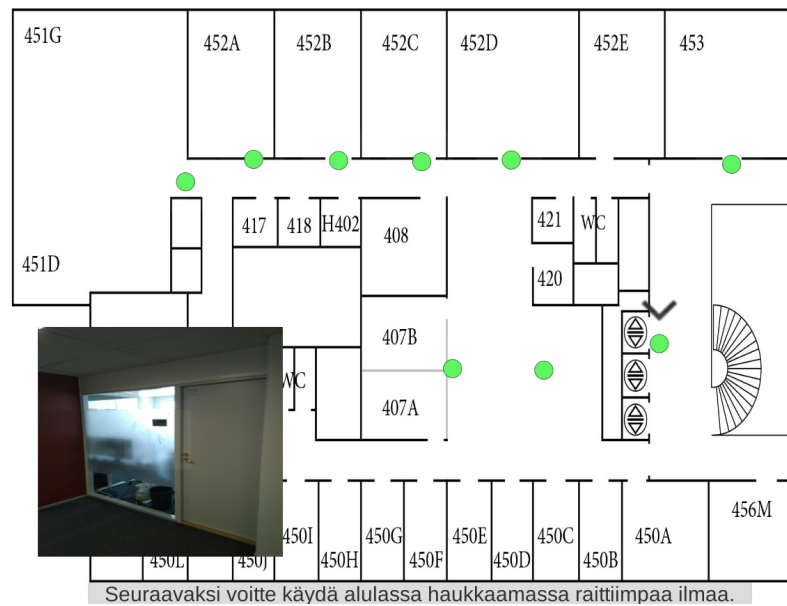
tössä. Tilat rajattiin tukijaryhmien alueeseen ja tarjottava sisällön tarkoitus oli antaa tietoa ryhmien tutkimusaiheista ja muista asioista lyhyesti. Tiedot kasattiin tulevaisuuden teknologioiden laitoksen viestintävastaan puolesta. Sovitin nämä tiedot sovellukseen sopivaan muotoon. Tämä sama tieto piti myös sisällyttää verrokkiryhmälle tehtävään paperiopas versioon, mutta siitä tarkemmin testausjärjestelyiden yhteydessä.

Sovelluksen perusrakenne on hyvin perinteisen todellisuusoppaan kaltainen. Tein sovelluksen tabletti alustalle. Tein sovelluksen siten, että se käyttää Android-käyttöjärjestelmään liittyviä erikoiskomentoja osaan toiminnoista. Sovelluksella on kaksi päänäkymää ja valikot. Sovelluksen päänäkymä, kuvassa 6.1, on laitteen kamerakuvaa välittävä näkymä, johon täydennetään lisätyn todellisuuden sisältöä.



Kuva 6.1: Kuvakaappaus sovelluksen lisätyn todellisuuden näkymästä.

Vuforia-kirjaston tarjoama kuvaseurantatoiminto etsii ennalta määritettyjä kuvia ja tunnistaa ne kameran avulla. Tunnistuksen onnistuttua sovellus lisää kamerakuvan päälle



Kuva 6.2: Kuvakaappaus sovelluksen karttanäkymästä.

kuvalla ennalta määritettyä sisältöä. Liikkuminen laitteen kanssa pitäen kameran osoitettuna kohti kuvaa saa sovelluksen sovittamaan tekstisisältöä kuin se olisi kuvan päällä todellisessa ympäristössä. Lisätty sisältö katoaa ruudulta, jos kuva katoaa laitteen kameran näköpiiristä.

Toinen päänäkymä on karttanäkymä, joka näkyy kuvassa 6.2. Tämä avautuu ruudulle, kun laite lasketaan ”makuuasentoon”. Tällöin laitteen asentotunnistimet antavat sovellukselle viestin laitteen asennosta ja sovellus asettaa tämän tiedon perusteella kartan näkyville.

Kartta tarjoaa testausalueen pohjakartan, kuvien paikat ja samalla ehdotuksen seuraavasta paikasta. Suositukset ovat ennalta määrätty reitti, joka noudatti alueelle luonnollista kierrosta. Kartassa on myös useimmat käyttäjän ohjaukseen liittyvät toiminnot, joista oli aikaisemmin teoria osiossa mainittu. Kartta sisältää neljä eri ohjauskeinoa. Ensimmäinen ja itsestään selvin ovat karttamerkit kuvien paikasta, joihin on lisätty tietoa. Toinen ohjauskeino liittyy tähän merkkiin suoraan. Se on opaskuvan esittäminen, jos käyttäjä näpäyttää merkkiä. Se antaa esimerkkikuvan minkä näköisestä ympäristöstä kuvaa kan-

nattaa etsiä. Kolmas keino opastukseen on seuraavan paikan merkintä nuolen kanssa karttamerkin päälle. Tämä on esimerkiksi usein peleissä käytetty keino. Viimeinen karttaan liittyvä ohjeistuskeino on tekstiopastus seuraavaan paikkaan.

Viimeinen näkymä on valikko, joka tarjoaa mahdollisuuden sammuttaa sovelluksen, palata sovellukseen tai saada näkyville informaatioloki. Valikossa on myös listaus paikoista ja merkintä niissä joissa käyttäjä on jo käynyt. Informaatioloki näkymä listaa näkyville käytyjen paikkojen tiedot. Tämä mahdollistaa käyttäjien muistin virkistämisen käydyistä kohteista.

Sovelluksen informaatio sisältö on teksti-ikkuna, joka ilmestyy lisätyn todellisuuden näkymässä tunnistetun kuvan päälle. Teksti enimmillään kasattu neljästä eri osasta, jotka määräytyvät useiden eri tekijöiden mukaan. Tekstin koostuminen tulee seuraavista osista: onko opasteen mukainen kulku, viime kohteen huomioiminen, leipäteksti (onko ensimmäinen vai myöhempi kerta) ja suosittus seuraavaan paikkaan. Tällä rakenteella on muutamia tarkoituksia. Yhtenä tarkoituksena on tutkia miten käyttäjän toimiin reagoiva sisältö vaikuttaa sovelluksen mukaantempaavuuteen ja auttaako se tiedon sisäistämiseen. Käyttäjän toimiin reagoinnissa käytetään yhtä ajatusta interaktiivisesta tarinankerronnasta. Tämä käyttäjään mukautuminen voi myös rohkaista rikkomaan annettuja opastuksia ja tehdä omia reittejä. Ensimmäinen osa lisätään teksti-ikkunaan, jos käyttäjä on poikennut annetusta reitistä ja lisää ilmoituksen. Pyrin suunnitteleman tämän sisällön niin, että se ei toru käyttäjään reitistä poikkeamisesta. Edellisen paikan vierailu huomioon ottaminen lisäämällä tekstiä teksti-ikkunaan oli muutamia tapauksia. Useimmissa tapauksissa tätä tekstiä ei lisätty. Tämän tarkoitus oli tuoda ns. väritekstiä ja pientä huumorielementtiä. Kolmas elementti on varsinainen tekstiosio, jossa pääasialliset tiedot tulevat esiin. Ensimmäisellä vierailulla teksti on hyvin perinteinen ja ei sisällä paljon huumorilla sävytettyjä ilmaisuja. Jos käyttäjä haluaa vieraila uudelleen paikassa ennen käytyä muualla, tarjottu teksti on erilainen. Tämä toisen vierailun teksti on usein humoristisempi ja ei sisällä mitään merkittävää uutta tietoa. Tämän tarkoituksena oli antaa palkitsevuuden tunne ilman,

että rangaistiin niitä, jotka eivät tehneet tätä. Viimeinen osa tekstissä on seuraavan paikan suositus teksti muodossa. Tämä noudattaa suositeltua reittiä.

6.3.1 Testikysymykset

Testikysymyksiä oli useita eri tyyppisiä. Näiden valintojen motivaatiot ja tarkoitukset käydään kysymystyyppikohtaisesti. Kappaleen lopussa ovat kyselylomakeet kokonaisuudessaan. Testaajat saivat eri lomakkeen riippuen ryhmästä. Monet kysymykset olivat samat molemmissa lomakkeissa, mutta useat kysymykset olivat vain sovellusversiolle. Hain kysymysten valitsemiseen vaikutteita myös entisistä projekteista, joissa olin ollut osallisenä. En voinut siirtää kysymyksiä suoraan omaan lomakkeeseen, sillä edellisten projektien kyselyissä oli tarkoitus testata kaupallistamisen mahdollisuutta.

Lomakkeen alussa oli muutama monivalintakysymys, joiden tarkoitus oli vertailla sovellus- ja verrokkiryhmän vastauksia. Alussa selvitettiin myös käyttäjän älylaitekäyttöaste.

Suurin vertailukohta sovellus ja verrokkiryhmien välillä oli sisältökysymykset. Olin tarkoittanut nämä kysymykset ottamaan selvää käyttäjän tiedonmaksumisesta eri lähteistä. Nämä kysymykset olivat samat molemmissa lomakkeissa ja ne olivat vapaamuotoiset. Tämä mahdollisti tarkastella vastauksia asteikolla: väärin, osittain oikein ja oikein. Vertailu näiden kysymysten osalta on hyvinkin suoraviivainen, sillä olin antanut molemmille ryhmille saman tiedon. Tämän oli tarkoitus testata, toiko sovellus lisäarvoa paremman tiedonmaksumisen kautta. Esimerkiksi kysymys oli: ”Mikä oli mainittu suosittuna vierailukohteena?”

Iso osa sovellustestausryhmään osallistuneiden kysymyksistä lomakkeessa oli suoraa monivalinta kysymyksiä sovelluksen käyttämisestä. Sen oli tarkoitus mitata ihmisten halukkuutta ja kyvykkyyttä käyttää tämän kaltaista opasta. Se tarkoituksena oli myös ottaa selvää ihmisten omasta kokemuksesta sovelluksen onnistuneisuuden ja selkeyden tunteesta. Kysymykset olivat asteikolla 1-5(täysin eri mieltä – täysin samaa mieltä) välillä.

Esimerkkikysymys on: ”Lisätty todellisuus oli mukaansatempaavaa”

Viimeinen pääasialliset kysymykset olivat opaskierroksen kulkemiseen liittyviä. Pyrin ottamaan selvää, miten ihmiset kävivät kierroksen läpi ja myös mitkä motivoivat heitä tekemään päätöksensä. Esimerkiksi yksi kysymys oli: ”Kävittekö uudelleen jo vierailuissa paikoissa? Mikä motivoi tekemään tämän päätöksen?”

Yksittäisistä kysymyksistä ja tuloksista käyn tarkemmin läpi tulokset ja analyysikapaleessa myöhemmin.

6.4 Testausjärjestely

Testaukseen tarvittiin kaksi eri ryhmään, joista toinen ryhmä testasi sovellusta ja toiselle annettiin testattavaksi paperiversio oppaasta. Laitoksesta ei oltu tehty yhtenäistä paperiopasta, niin testauksia varten jouduin luomaan sellaisen. Testausjärjestelyiden vuoksi pyrin mahdollisimman samankaltaiseen informaation tarjontaan paperi- ja sovellusversiossa, jotta mahdolliset eroavaisuudet tulisivat vain eri alustasta ja tarinankerronnan kautta.

6.4.1 Testausaika

Järjestin sovellustestauksen kahdessa eri erässä. Ensimmäinen erä oli viikon kestävä aika, jolloin olin aikatauluttanut 35 testausaikaa. Kutsuin testaukseen avoimella kutsulla opiskelijoita ja laitoksen henkilökuntaa. Ilmoitin viikon aikana useilla eri ilmoitustauluilla lomakkeilla. Toinen työn ohjaajista välitti tiedon viikosta muutaman kurssin osallistujille ja laitoksen viestintävastaava lähetti sähköpostia laitoksen sähköposti listalle. Viikon aikana kävin myös useissa laitoksen toimistoissa ja opiskelijajärjestöjen toimistoissa ilmoittamassa asiasta. Viikon aikana testaaaja tuli vain 18, joihin myös lukeutui 2 testaajaa, jotka eivät lukeutuneet näihin ryhmiin vaan oli kutsuttu muuta kautta. Tämän vähäisen ilmoittautumisen määrän jälkeen järjestin toisen testausajan. Tämä oli vain päivän mittainen, mutta välitin tiedon aikaisemmin. Testauspäivän alussa testaaaja oli ilmoittautunut

vain kaksi. Tämän johdosta kävin henkilökohtaisesti kiertämässä laitoksen toimistoja läpi kutsumassa ihmisiä testauksiin. Tämä tapa osoittautui selkeästi tuotteliaammaksi, sillä sen päivän aikana sain testauksiin 12 ihmistä. Tällä tavalla hankittuna testajaat olivat valitettavasti valikoituneita. Onneksi useille henkilöille testausalueen toimistot eivät olleet läpikotaisin tuttuja, niin testaus ei menettänyt merkittävästi tutkimusarvoa. Sama ryhmävalikoituvuus koski verrokki- ja sovellustestausryhmää niin testitulokset ovat verrattavissa.

6.4.2 Testaus

Testaus koostui kolmesta pääasiallisesta osaa; sovellustestauksesta, kyselylomakkeesta ja avoimesta haastattelusta.

Sovellustestaus suoritettiin Agoran 4. kerroksessa, jonne testaukseen ilmoittautuneet saapuivat. Saapumisen jälkeen annoin testajaajille sovellustestauksen tapauksessa tabletin johon oli asennettu kyseinen sovellus. Tämän jälkeen opastin lyhyesti sovelluksen käyttämisestä, sillä sovellus ei ole kaupallista tasoa ja ei sisällä käyttöopasta. Ennen testauksia olin myös huomionnut hyvin selkeän mahdollisuuden, että useat testauksiin osallistuvat eivät olleet ennen käyttäneet testaussovelluksen kaltaista todellisuusopasta. Tämä huomio vahvistui vapaamuotoisessa haastattelussa. Opastin tämän jälkeen käyttäjät ensimmäiselle kuvalle, josta tietokoneen sai avattua laitteen kameran avulla ja sen jälkeen annoin heidän suorittaa testauksen omaan tahtiin. Testajaat suoriutuivat tästä vaiheesta testajaasta riippuen viiden ja kymmenen minuutin välillä.

Kierroksen jälkeen testajaat saapuivat ilmoittautumispisteelle, josta opastin heidät erilliseen huoneeseen. Annoin heille täytettäväksi kannettavalla tietokoneella kyselylomakkeen, joka oli toteutettu Google Forms:illa. Kyselylomake koostui useista sanallisista ja monivalintakysymyksistä. Testajaat saivat täyttää kyselyn rauhassa. Käyn myöhemmin tarkemmin läpi testikysymyksiä ja niiden valintaperusteet. Viimeinen kohta testauksissa oli lomakkeen täytön jälkeen vapaamuotoinen haastattelu. Olin suunnitellut niin, että ky-

sely oli enemmän testaajan aloitteesta toimiva kuin itseohjaamani. Vältin liikaa ohjaavia kysymyksiä, sillä se olisi saattanut tarjota samat aiheet. Tämä olisi voinut supistaa saatavan palautteen kirjoa. Vastapainoksi tämä tarkoitti sitä, että haastattelut eivät ole suoraan verrannollisia. Haastattelut kestivät riippuen testaajasta viidestä minuutista kahteenkymmeneen minuuttiin. Tämä vaihtelu oli kyselyn vapaamuotoisuuden johdosta.

6.4.3 Lomake 1

| | Täysin eri mieltä | | | | Täysin samaa mieltä |
|------------------------------------------------------------|------------------------------|---|---|---|--------------------------------|
| Opas oli selkeä | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tieto oli helposti ymmärrettävää | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sain oppaasta hyvin tietoa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Käyttäisin tällaista keinoa saamaan tietoa ympäristöstä | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Mikä tapahtuma järjestettiin 2017 kahvihuoneessa? | | | | | |
| Kuka on Kielitekniikan yksikön vetäjä? | | | | | |
| Mistä Oppimisanalytiikka on erityisesti tunnettu? | | | | | |
| Mikä oli mainittu suosittuna vierailukohteena? | | | | | |
| Miten kävitte esittelyn läpi? | | | | | |

6.4.4 Lomake 2

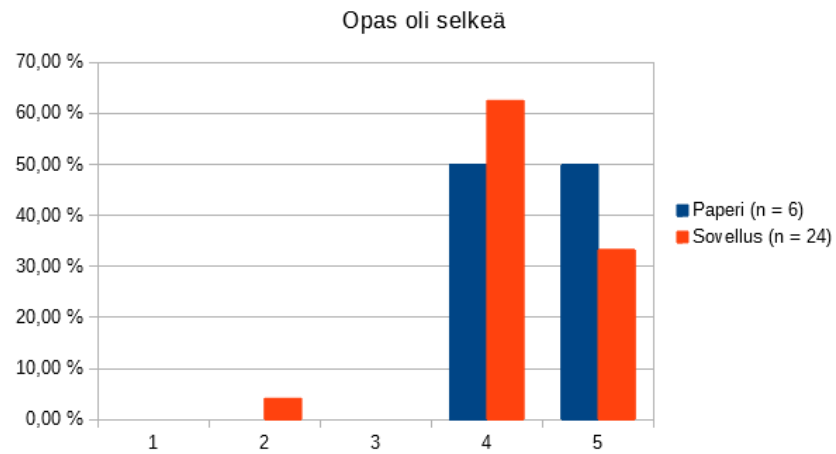
| | Täysin eri mieltä | | | | | Täysin samaa mieltä |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|---|---|---|------------------------|
| Käytän älylaitteita | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Opas oli selkeä | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Tieto oli helposti ymmärrettävää | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Sain oppaasta hyvin tietoa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Käyttäisin tällaista keinoa saamaan tietoa ympäristöstä | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Sovelluksen ”väriteksti” oli miellyttävä lukea | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Käyttäisin samanlaista sovellusta muissa kohteissa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Lisätty todellisuus oli mukaansatempaavaa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Sovellus otti huomioon valintani reitistäni | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Ympäristön tutkiminen oli luontevaa laitteen kanssa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Mikä tapahtuma järjestettiin 2017 kahvihuoneessa? | | | | | | |
| Kuka on Kielitekniikan yksikön vetäjä? | | | | | | |
| Mistä Oppimisanalytiikka on erityisesti tunnettu? | | | | | | |
| Mikä oli mainittu suosittuna vierailukohteena? | | | | | | |
| Miten kävitte esittelyn läpi? | | | | | | |
| Noudatitteko laitteen ohjeita? Jos ette, niin mikä motivoi lähtemään omalle polulle? | | | | | | |
| Kävittekö uudelleen jo vierailuissa paikoissa? Mikä motivoi tekemään tämän päätöksen? | | | | | | |

7 Tulokset

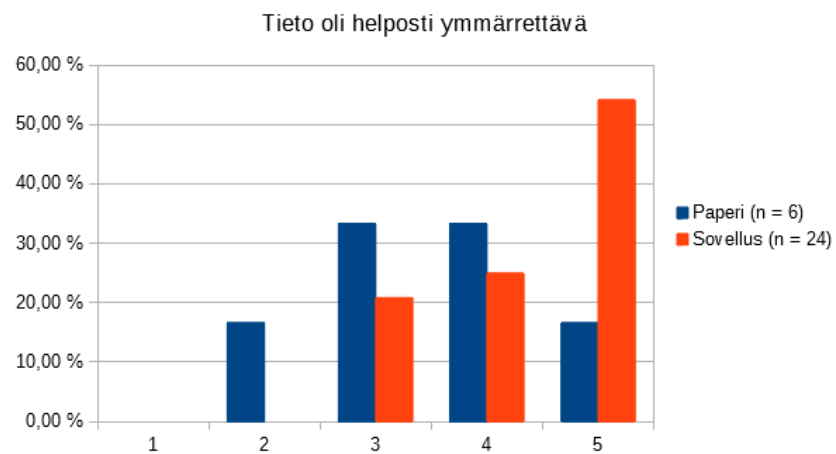
Käyn seuraavaksi läpi pilottikokeilusta kerättyjä tuloksia ja lopuksi annan omat tulkintani vastauksista.

7.1 Monivalintakysymykset

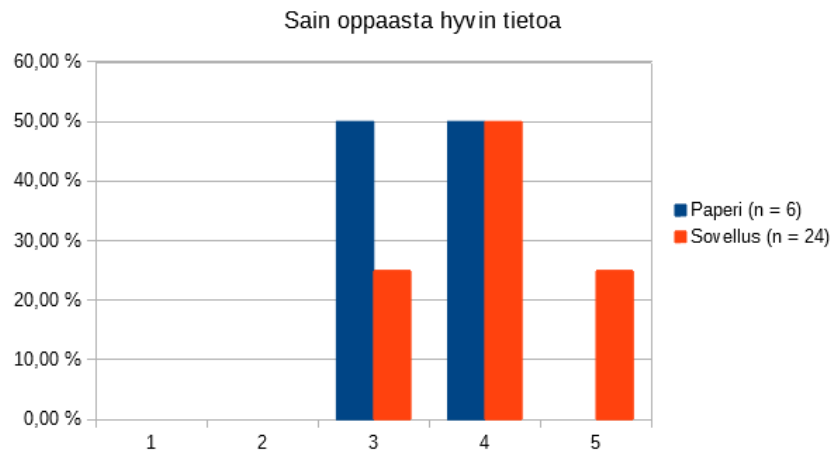
Monivalintakysymykset ovat Likert-tyyppisiä [32]. Kysymykset olin asettanut vertailemaan paperi- ja sovellusversiota oppaasta. Ensimmäinen kysymys "Opas oli selkeä"(kuva 7.1) oli tarkoitettu ottamaan selvää oppaiden käytettävyydestä. Tämä oli myös tarkoitus ottaa selvää, ettei oppaiden suunnittelu itsessään ei haitannut kokeilua. Toinen kysymys "Tieto oli helposti ymmärrettävää"(kuva 7.2) oli hyvin samankaltainen tarkoitukseltaan. Kolmas kysymys "Sain oppaasta hyvin tietoa"(kuva 7.3) pyysi testaaajia arvioimaan omaa tiedonomaaksumista testissä. Tätä pyrittiin mittaamaan erikseen sisältökysymyksiensä kanssa. Neljäs kysymys "Käyttäisin tällaista keinoa saamaan tietoa ympäristöstä"(kuva 7.4) mittasi käyttäjien halukkuutta käyttää heidän käyttämää tapaa omaksua tietoa ympäristöstä. Kysymyksestä saadut tulokset saivat lisää tukea haastatteluista, joista käydään myöhemmin lisää. Kysymykset, joiden tulokset näkyvät kuvissa 7.5 - 7.11, käsittelevät sovellusversion testauksia.



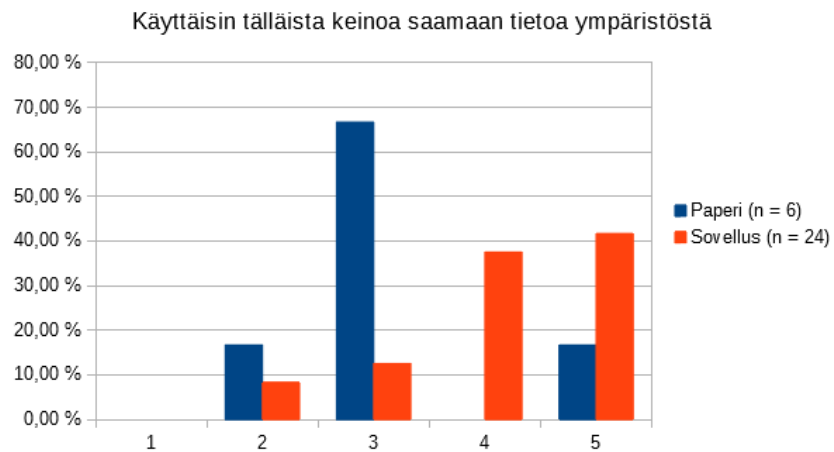
Kuva 7.1: Vastaus kysymykseen: Opas oli selkeä.



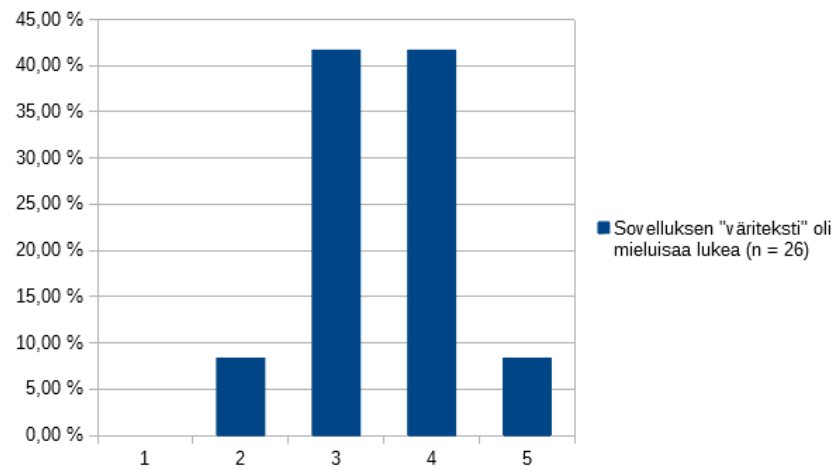
Kuva 7.2: Vastaus kysymykseen: Tieto oli helposti ymmärrettävää.



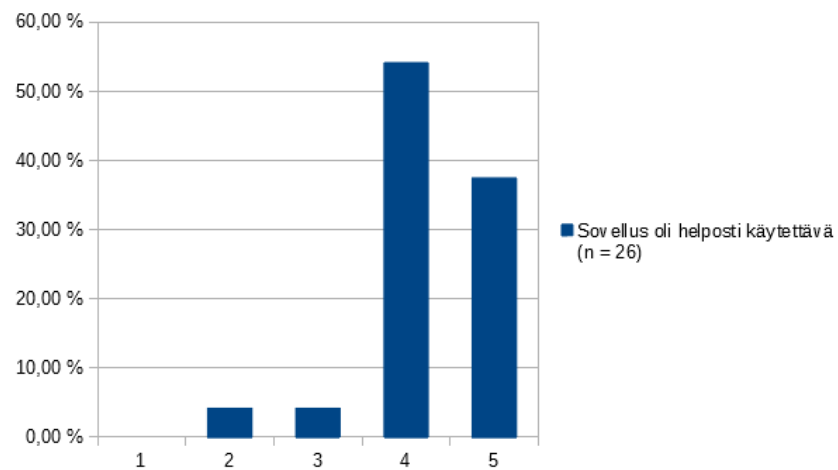
Kuva 7.3: Vastaus kysymykseen: Sain oppaasta hyvin tietoa.



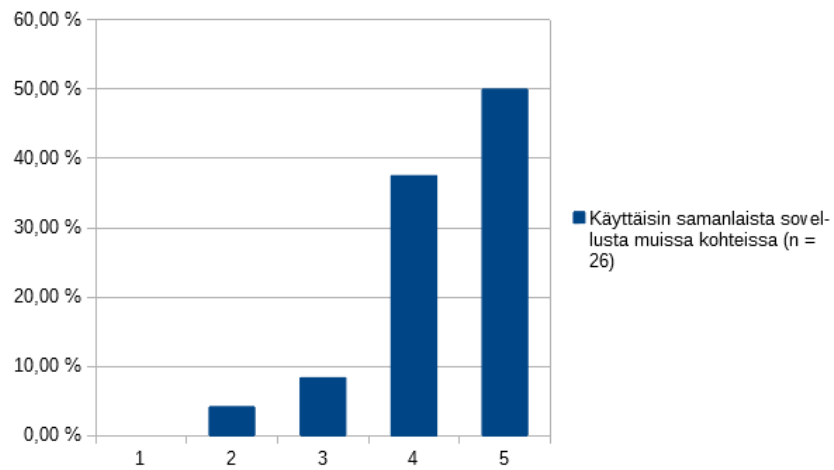
Kuva 7.4: Vastaus kysymykseen: Käyttäisin tällaista keinoa saamaan tietoa ympäristöstä.



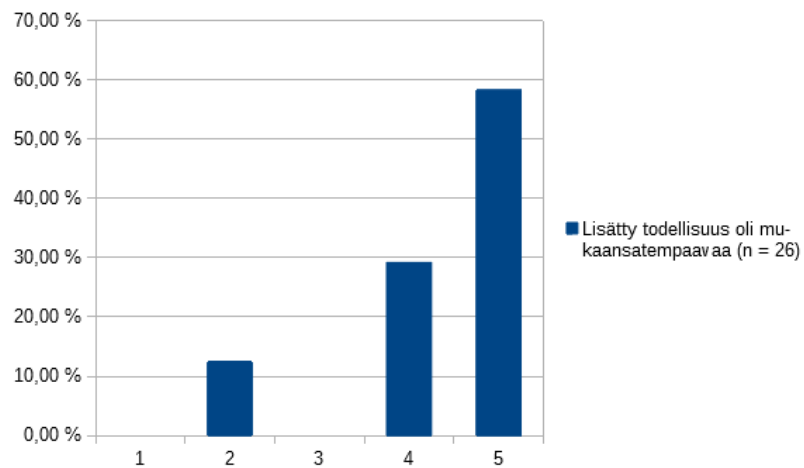
Kuva 7.5: Vastaus kysymykseen: Sovelluksen "väriteksti" oli mieluisaa lukea.



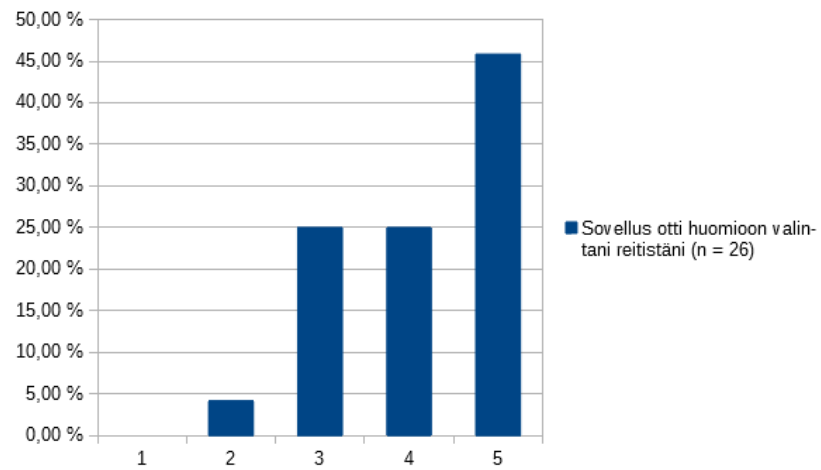
Kuva 7.6: Vastaus kysymykseen: Sovellus oli helposti käytettävä.



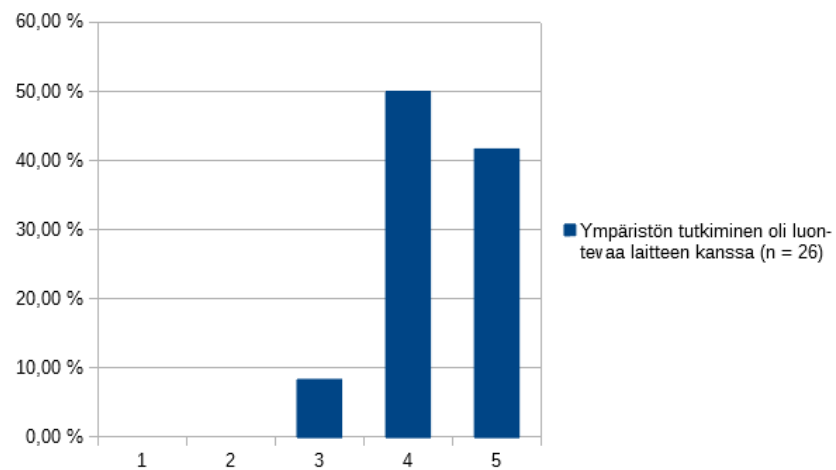
Kuva 7.7: Vastaus kysymykseen: Käyttäisin samallaista sovellusta muissa kohteissa.



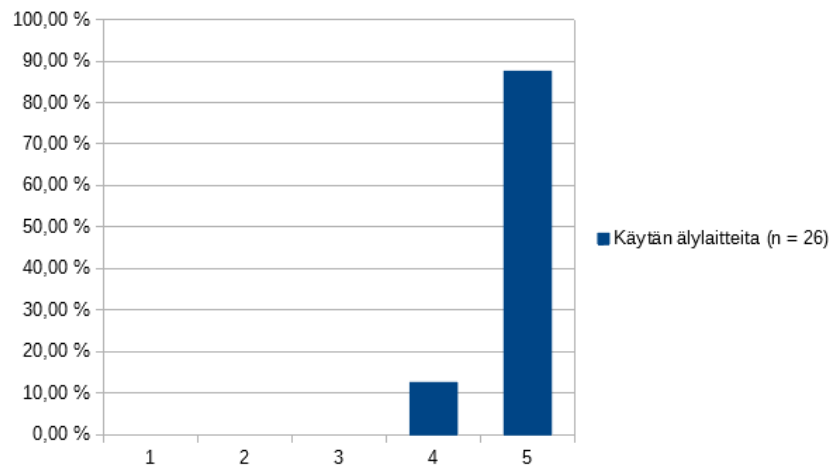
Kuva 7.8: Vastaus kysymykseen: Lisätty todellisuus oli mukaansatempaavaa.



Kuva 7.9: Vastaus kysymykseen: Sovellus otti huomioon valintani reitistäni.



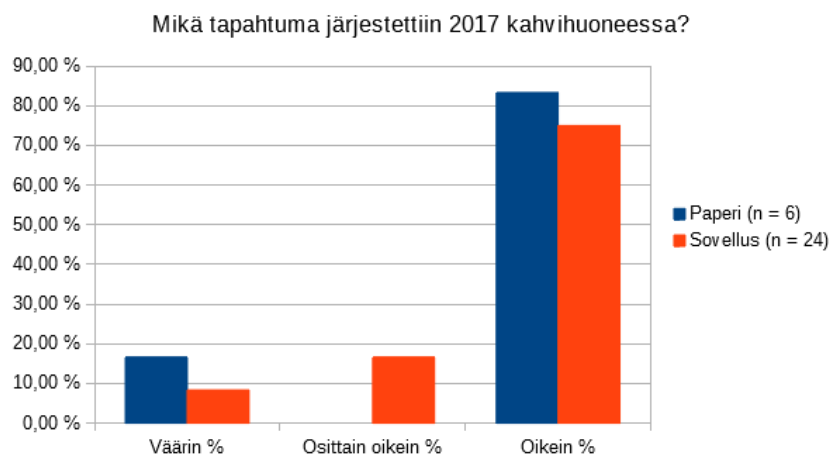
Kuva 7.10: Vastaus kysymykseen: Ympäristön tutkiminen oli luontevaa laitteen kanssa.



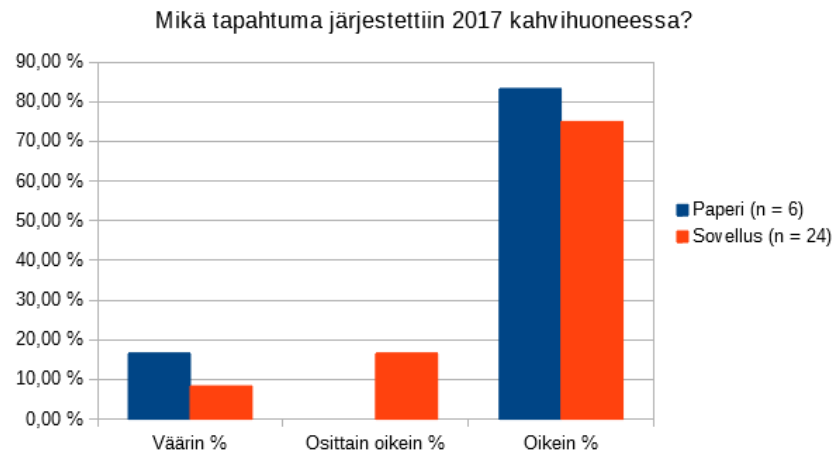
Kuva 7.11: Vastaus kysymykseen: Käytän älylaitteita.

7.2 Sisältökysymys tulokset

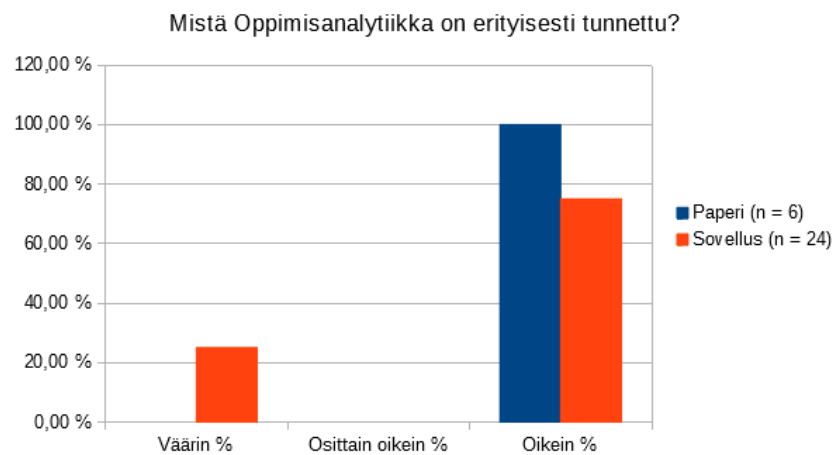
Sisältöä koskeneet kysymykset, joiden tulokset näkyvät kuvissa 7.12 - 7.15, olivat tarkoitettu mittaamaan testaaajien tiedon omaksumista joko paperi- tai sovellusoppaasta. Arvoasteikko perustuu väärin, osittain oikein ja oikein asteikolle. Väärin asteikossa testaaajan vastaus oli täysin väärä. Osittain oikein kohdassa käyttäjä tiesi osan vastauksesta. Oikein kohdassa testaaaja tiesi vastauksen täysin oikein. Testaaajan kirjoitusvirheitä ei katsottu negatiivisesti vastauksen puolesta.



Kuva 7.12: Vastaus kysymykseen: ”Kuka on Kielitekniiikan yksikön vetäjä?”



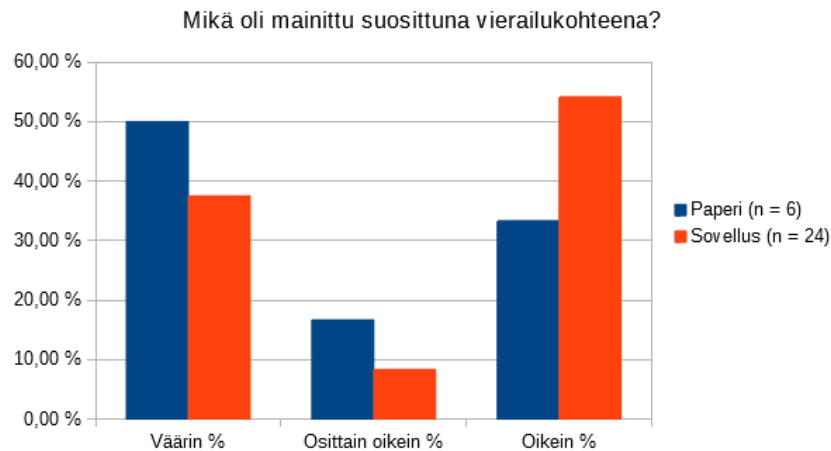
Kuva 7.13: Vastaus kysymykseen: ”Mikä tapahtuma järjestettiin 2017 kahvihuoneessa?”



Kuva 7.14: Vastaus kysymykseen: ”Mistä Oppimisanalytiikka on erityisesti tunnettu?”

7.3 Vapaamuotoiset vastaukset

Vapaamuotoisen kysymyksen tarkoitus saada vastauksia kysymyksiin, joihin ei ollut selkeitä samaa mieltä ja eri mieltä vastauksia. Tämän oli myös tarkoitus tiivistää kyselylomakkeen pituutta. Seuraavaksi käyn läpi lyhyesti, miten testaajat vastasivat näihin kysymyksiin.



Kuva 7.15: Vastaus kysymykseen: ”Mikä oli mainittu suosittuna vierailukohteena?”

7.3.1 Miten kävitte esittelyn läpi?

Vastauksista kävi selväksi, että yli puolet testauksiin osallistuneista lähti kokeilemaan muuta reittiä kuin laite antoi ohjeistusta.

7.3.2 Noudatitteko laitteen ohjeita? Jos ette, niin mikä motivoi lähtemään omalle polulle?

Edelliseen kysymyksen vastauksien kaltaisesti yli puolet jättivät välillä laitteen ohjeen noudattamatta. Tähän vaikutti osittain puhdas uteliaisuus ja myös käyttöohjeistus. Tässä ohjeistuksessa ilmoitettiin testaajalle, että sovellus pyrkii huomioimaan käyttäjän reitin valinnan.

7.3.3 Kävittekö uudelleen jo vierailuissa paikoissa? Mikä motivoi tekemään tämän päätöksen?

Tässä kohtaa saatiin hyvin saman kaltainen vastaus kuin edellisessä kysymyksessä. Motivaatioksi annettiin yli puolessa tapauksista joko yleinen uteliaisuus tai halu koettaa käyttöönoton ohjeistuksen paikkaansa pitävyyttä.

7.4 Haastattelut

Kyselyn täytettyä haastattelin testauksiin osallistuneet. Haastattelu oli vapaamuotoinen, joten haastattelussa tulleet tiedot eivät tarjoa mahdollisuutta keskinäisiin vertailuihin. Tavoitteena oli saada haastatteluilla testaajilta huomioita, joita ei käyty lomakkeissa läpi. Esitin keskustelun aloittelevia kysymyksiä, jotta sain jotain huomioita ihmisiltä liittyen sovellukseen. Seuraavaksi käyn läpi huomioita, joita testaajat antoivat näissä haastatteluissa. Esitän lopuksi myös omia ajatuksia mahdolliselle tulevalle tutkinnalle.

Useat haastateltavat ilmaisivat kiinnostustaan tämän kaltaisen sovelluksen käyttöä varten muissakin tilanteissa. Tämä saa vahvistuksen myös lomakkeissa saaduista vastauksista 7.4. Muutama testaaja ilmaisi huolestumisen mahdollisesta tunnelinäöstä, joka voi muodostua tämän kaltaista sovellusta käyttämällä. Tämä ei ollut suurta huomiota saanut kohta. Useimmat testaajat pitivät sovelluksen tekstin humoristisesta sävystä ja mielsivät sen mukaansatempaavuuden lisääväksi ominaisuudeksi. Tämä kohta sai useammilta testaajilta maininnan.

Yksi iso teema haastatteluissa oli sovelluksen mahdollisuudet. Monet testaajista tarjosivat ideoita sovelluksen käyttökohteista lähtien aina uusiin sovellusominaisuuksiin asti. Museot, oppilaitokset ja vastaavat laitokset olivat yleisesti ehdotettuna mahdolliselle kaupallisen sovelluksen käyttökohteelle. Muutama testaaja antoi ideoita mahdollista pelillistämistä varten. Tämä idea muistutti Luostarinmäki Adventure -sovellusta, joka käsiteltiin aikaisemmin.

Useat testaajat toivat tietoon halun sisätilapaikannukselle tai ainakin tiedon viimeisestä vierailusta paikasta. Sisätilapaikannus ei ollut testauksen puitteissa mahdollista. Viimeisen vierailun paikan tieto olisi ollut mahdollista toteuttaa teknisesti, mutta jäi kehitysvaiheessa huomiotta. Aloitetun testauksen jälkeen sovellusta ei voitu enää muuttaa. Muutos olisi tärvellyt testin tulokset, koska testaajat olivat tällöin testanneet kahta eri versiota. Tällöin tulokset olisivat olleet vertailukelvottomia. Testaajat ilmaisivat tyytyväisyyttä kartan toimintaan. Laitteen asettaminen vaakatasoon kartan esille tuomiseksi oli

pidetty hyvänä ominaisuutena. Tämä oli aikaisemmassa osiossa opittu ominaisuus, joka näytti soveltuvan myös tähän pilotti kokeiluun.

Haastatteluista tuli selväksi, että testaajat olivat innostuneet sovelluksesta ja sen mahdollisuuksista. Useat testaajat osoittivat sen ideoimalla vapaamuotoisessa haastattelussa lisää ominaisuuksia sovellukselle. Jatkotutkinnalle olisi useita ehdotuksia, joita voisi huomioida paremman testausasettelun saamiseksi tai uusia tutkimuksen huomiokohtia. Tuleviin testauksiin tulisi huomioida ja lisätä vähintään yksi testausryhmä lisää. Tässä ryhmät kokeilisivat lisätyn todellisuuden sovelluksesta kaksi versiota. Toinen olisi kirjoitettu humoristisesti ja toinen neutraalisti. Tästä pystyttäisiin ottamaan selvää, paljonko "väritekstillä" on vaikutusta sovelluksen pidettävyyteen ja antaako se muuta lisäarvoa. Sovelluksen käyttämisen aiheuttava mahdollinen tunnelinäkö voisi olla tulevan tutkimuksen yksi selvittämisen kohta.

7.5 Tulosten analysointi

Käyn nyt läpi omia ajatuksia ja mahdollisia päätelmiä pilottisovelluksen tuloksista. Useat tulevat huomiot ovat suuntaan antavia, sillä testauksiin osallistuneiden määrä ei ollut suuri. Paperi versiota oppaasta käytti 6 testaajaa ja sovellusversiota käytti 24.

Ensimmäinen mielenkiintoinen huomio oppaan selkeydestä (kuva 7.1) oli pieni etulyöntiasema paperi versiolle. Tämä saattaa liittyä mahdollisesti aikaisemmin käsiteltyyn aiheeseen, jossa mainittiin teknologisesta valmiudesta. Todellisuusoppaat kappaleessa viittasin tutkimukseen, jossa pohdittiin todellisuusoppaiden haasteista ja teknologisen valmiuden roolista siihen. Testauksiin oli valikoitunut hyvinkin teknisesti osaavaa väkeä, mutta tämä ei yksistään riitä selkeyden auttamiseksi. Kysymys halusta käyttää saman kaltaista sovellusta muissa kohteissa (kuva 7.7) tukee sovellusversioon suosiota.

Tiedon helposti ymmärrettävyys (kuva 7.2) miellettiin selkeästi sovelluksen eduksi. Tämä saattaa viitata visuaalisuuden tärkeyteen, joka oli myös todellisuusoppaat kappa-

leessa käsitelty. Testaajien mahdollinen mieltymys sähköiseen mediaan saattoi myös auttaa ymmärtämään oppaassa annettuja tietoja. Tämän kysymyksen tulosta tuki seuraavan kysymyksen (kuva 7.3) tulokset. Testaajat itsearvioivat tiedon omaksumisen helpommaksi sovellusversiosta.

Testaajat selkeästi mielsivät oppaan sovellusversion miellyttävämmäksi käyttää. Tähän on huomioitava, että suurin osa sovellusversiota testanneista käytti oman arvion mukaan älylaitteita useamman kerran päivässä (kuva 7.11). Suurin osa testaajista oli valikoitunut Turun yliopiston tulevaisuuden teknologioiden laitokselta ja täten testaajien ammatillinen kiinnostus tai opintosuuntaus saattoi vaikuttaa tähän vastaukseen.

Suurin osa testaajista piti sovellusta helposti käytettävänä (kuva 7.6). Tämä vähentää epäilyjä, että sovelluksen suunnittelu ja toteutus olisi haitannut testauksia. Tämä ei sulje pois mahdollisuutta, että paperiversion toteutus olisi vaikuttanut vertailtaviin tuloksiin.

Sovelluksen väriteksteistä oli keskimääräisesti pidetty (kuva 7.5). Tulokset olivat selkeästi lähempänä neutraalia kuin edelliset kohdat. Yhtä moni oli neutraali näiden kanssa kuin pitivät siitä hiukan. Tämä saattoi yksinkertaisesti johtua omasta kirjoitustaidosta tai toteutustavasta. Tämä ei antanut erityisen selkeää vastausta. Keskiarvo on neutraalin yläpuolella, mutta ei paljon.

Lisätyn todellisuus oli arvioitu mukaansatempaavaksi (kuva 7.8). Tämä voi olla myös aikaisemmin mainitusta testaajien valikoitumisesta johtunutta. Tämä tulos antaa hyvin samalaista tulosta kuin ympäristön tutkimisen luontevuudesta laitteen kanssa (kuva 7.10). Testaajat pitivät laitteen käytöstä keskimäärin.

Testaajat arvioivat myös keskimääräisesti positiivisesti sovelluksen mukautumisesta testaajan reitinvalintaan (kuva 7.9). Tämä ei anna lopullista vastausta interaktiivisen tarinankerronnan hyödyistä. Tämä kuitenkin voi antaa selkeitä aineksia tulevalle tutkimukselle, joka keskittyy tarkemmin ottamaan selkää yksittäisistä interaktiivisen tarinankerronnan keinoista.

Seuraavaksi käyn läpi sisältöä koskevat kysymykset (kuvat 7.12, 7.13, 7.14, 7.15).

Näiden tarkoituksena oli mitata testaaajien tiedon omaksumista paperi- ja sovellusversion välillä. Tulokset eivät olleet selkeästi kummankaan version puolella. Kysymykset "Kuka on kielitekniikan yksikön vetäjä?"(kuva 7.12) ja "Mikä oli mainittu suosittuna vierailukohteena?"(kuva 7.15) olivat paremmin vastattuna sovellusversion testaaajilla. Kysymykset "Mikä tapahtuma järjestettiin 2017 kahvihuoneessa?"(kuva 7.13) ja "Mistä oppimisanalytiikka on erityisesti tunnettu?"(kuva 7.14) olivat vastaavasti paremmin vastattuna paperiversion testaaajilla. Erot ovat liian pienet tekemään mitään tyhjentäviä päätelmiä. Tämä on yksi asia lisää, mitä kannattaisi tulevaisuudessa tutkia, jos interaktiivisen tarinankerronnan hyötyjä halutaan ottaa selvää tiedon omaksumisen näkökulmasta.

Vapaa muotoisissa vastauksissa keskityttiin käymään läpi testaaajien tapaa käydä opaskierros läpi. Vastauksista ei ole selkeää taulukkoa vastausten muodon johdosta. Käyn läpi lyhyesti mitä tulokset antavat ymmärtää. Vastausten perusteella yli puolet testaaajista lähtivät ainakin kerran pois laitteen suosittlemalta reitiltä. Tämä voi johtua useasta tekijästä, mutta ainakin kolme tulee mieleen. Omasta mielestäni pääasiallinen syy reitin poikkeukselle saattoi olla sovellusversion opastuksen yhteydessä mainitsemani mukautuminen käyttäjän reitin valintaan. Toinen merkittävä syy on lisätyn todellisuuden haaste käyttäjän ohjauksessa. Käyttäjä voi ihan vapaasti mennä minne on todellisuudessa mahdollista. Viimeisenä motivaationa irtaantua sovelluksen suosittlemasta kierrosjärjestyksestä oli viimeisessä kysymyksessä. Tässä kysyttiin käyttäjiltä halusta käydä uudelleen jo valmiiksi käydyissä paikoissa. Testaajat antoivat motivaatioksi halusta tutkia sovelluksen interaktiivista tarinankerronta elementtiä. Tämä koostui ”väritekstistä” ja sovelluksen sisältötekstin mukautumisesta kuljettuun reittiin. Tämä tukee aikaisemman kysymyksen (kuva 7.9) tuloksia.

Lopuksi summaan eniten huomiota saaneita vapaan haastattelun tuloksia. Haastattelulla ei ollut selkeää rakennetta, joten nämä tulokset eivät ole keskenään vertailtavissa. Haastatteluiden suurin yhteinen teema oli tarjota ideoita sovelluksen jatkokehitykselle. Tämä voi olla merkki sovelluksen mukaansatempaavuudesta. Mielestäni henkilöt, jotka

eivät ole kiinnostuneet asiasta, eivät ideoi uusia ominaisuuksia sille. Tällöin sovellus ei ole onnistunut tempaamaan mukaansa testaajaa. Toinen merkittävä huomio oli testaajien vahvistus aikaisemmin mainittuihin tuloksiin opaskierroksen käymisestä.

8 Yhteenveto

Tutkimus lähti oman työtaustan inspiroimana liikkeelle, jonka keskipisteenä toimi pilotti-sovellus. Kehitin sovelluksen oman osaamisen perusteella ja mitä työkokemuksen kautta olin oppinut. Tämä auttoi luomaan teknillisesti toimivan sovelluksen, joka oli testausvarma. Tämä ei siis haitannut tutkimusta. Sovelluksen kehittäminen osoittautui aikaa vieväksi, mutta tämä oli tarpeen, jotta tutkimus oli mahdollista suorittaa. Lisätyn todellisuuden ala on sen alkuvaiheilla ja saatavaa tutkimusta on rajallisesti olemassa. Aikaisemmat tutkimukset liittyvät hyvin rajallisiin aihealueisiin ja poikkitieteellistä tutkimusta ei ole tutkimallani alueella paljon. Todellisuusoppaita on tutkittu aikaisemmin, mutta ne ovat hyvin perinteisen tyyppisiä oppaita. Interaktiivinen tarinankerronnan tutkimukseen ei tarjonnut valmiita rakenteita miten interaktiivista tarinankerrontaa rakennetaan. Tämän johdosta jouduin ideoimaan alusta alkaen rakennetta sovellukselle. Testaus osoittautui myös haastavaksi erityisesti testaajien järjestämistä varten. Onnistuin onneksi saamaan yhteensä kolmekymmentä vapaaehtoista osallistumaan. Järjestelyistä onnistuin huomaamaan sen, että ihmiset osallistuvat paljon mieluummin testauksiin, kun heidät kutsuu kasvotusten kuin levittää muita kanavia pitkin kutsun. Tämä johtaa ongelmiin tutkimuksen skaalauksessa, ellei tutkimuksia järjestetä jossain muussa sijainnissa esimerkiksi museossa.

Mielestäni suorittamani pilottikokeilu ei kyennyt riittävällä tarkkuudella osoittamaan interaktiivisen tarinankerronnan hyötyä lisätyn todellisuuden oppaissa. Tutkimus tuki aikaisempia tutkimuksia muutamissa kohdin, joten testaus ei ollut epäonnistunut. Tutkimus antaa ehdotuksia uusille tutkimuksille ja mitä näiden tutkimuksien pitäisi ottaa huomioon.

Seuraavaksi käyn läpi miksi päädyin tähän johtopäätökseen.

Pilottisovelluksen testauksen tuloksista pystyi analysoimaan monta asiaa. Useat tulokset tukivat teoria pohjaa useissa kohdin. Tämä antaa tukea testin osittaiselle onnistumiselle. Muutama keskeiset tutkimuskysymykset eivät kuitenkaan antaneet täysin selviä tuloksia. Pyrin selvittämään auttaako interaktiivinen tarinankerronta tiedon omaksumista. Tähän ei tullut selkeää myöntävää tai kieltävää vastausta tulosten perusteella. Tähän voin esittää muutaman ajatuksen miksi tulos ei ollut odotetun kaltainen. Tärkein keino tiedon omaksumisen mittaamiselle oli sisältökysymykset (kuvissa 7.12, 7.13, 7.14 ja 7.15). Kerätyt tulokset eivät antaneet selkeää etua kummallekaan oppaan versiolle. Kaavioita tulkitsemalla voi antaa pienen edun sovellus versiolle, mutta se ei ole riittävä tekemään päätöksiä. Ongelma saattoi olla kysymysten asettelussa. Kysymyksiä olisi tullut olla enemmän. Tämä olisi nopeasti tullut vaikeaksi ottaen huomioon pilottisovelluksen pienen mittakaavan. Tällä tarkoitan sovelluksen sisällön määrää. Testauspaikka, jossa suoritin tämän testauksen ei ollut laajaa ja helposti saatavaa tietoa paikasta. Tämä johti ajan puutteen kanssa testauksen pieneen mittakaavaan. Tulevia tutkimuksia varten tulisi sovelluksen mittakaavaa kasvattaa. Tämä onnistuisi helpommin sijainneissa, joissa on valmiina paperiopas. Tällöin pystytään myös varmistamaan tehdyn paperiversion mahdolliset laatuongelmat. Oman testauksen vastaukset paperioppaasta antoivat ymmärtää, ettei sen laatu merkittävästi haitannut testauksia. Tämä olisi hyvä tulevissa tutkimuksissa pystyä varmistamaan kokonaan.

Todennäköisemmin ongelma liittyi testajiin. Testaajia tulisi tulevissa tutkimuksissa olla enemmän, jotta saadaan tilastollisesti parempaa tietoa. Itselläni ei ollut testausten alla mahdollisuuksia saada laajempaa testaus ryhmää huolimatta yrityksistä. Mikä myös tarvitsee ottaa huomioon, on testaajien valikoituminen. Mistä sain kutsuttua testaajia sovellukselle, johti testaajien valikoitumiseen tietotekniikan alasta kiinnostuneille. Tämän voisi mahdollisesti tulevissa tutkimuksissa välttää suorittamalla testauksia vaikka olemassa olevissa museosijainneissa. Tähän on myös otettava huomioon mahdollinen valikoituminen.

Museoissa keskimäärin käy riittävän paljon ihmisiä, että tämä voi vähentää liiallisen valikoitumisen ongelmaa. Testausasettelun laajentaminen voisi tarjota tarkemman tuloksen suuntaan tai toiseen. Tällä tarkoitan sitä, että sovellusversiosta tehtäisiin kaksi eri versiota testauksia varten. Sovelluksesta olisi tarvinnut olla erikseen täysin tavallinen todellisuusoppas ilman interaktiivisen tarinankerronnan ja lisätyn todellisuuden ohjauskeinoja. Tämä auttaisi täsmentämään mahdolliset syyt tuloksille ja vastaamaan tarkemmin kysymyksiin. Epäilin oman testausjärjestelyni ongelmia testausten valmistuttua ja ne saivat hieman vahvistuksia tuloksia analysoidessa. Analysoidessani tuloksia päädyin johtopäätökseen, että suorittamassani testauksessa ei ollut tarpeeksi testaaajia tehdäkseen tyhjentävää testautta. Samoin minulla ei olisi ollut tarpeeksi aikaa kehittää sovelluksesta kahta eri versiota ottaen huomioon testauksen aikataulun. Tämä on tärkeä huomio, mitä jatkotutkimukset tulee huomioida.

Tulevia tutkimuksia varten on tarkennettava tutkimusasetelmaa. Omassa asetelmassa tutkimuksen ongelmaksi tuli vaihtoehtoiset selitykset tuloksille. Tämä tuli selväksi tuloksia analysoidessa ja päädyn nyt antamaan tuleville tutkijoille tämän huomion. Asetelma on oltava täsmällisempi ja testausjärjestelyissä otettava huomioon testaaajien valikoituminen ja määrä. Itse en onnistunut riittävällä tarkkuudella joten täten en voi sanoa varmuudella, että tutkimuskysymykseni vastaus on myöntävä tai kieltävä. Jatkotutkimukset voivat vastata tähän ottamalla opiksi omista huomioistani.

Lähdeluettelo

- [1] F. Manuri ja A. Sanna, ”A survey on applications of augmented reality”, *Advances in Computer Science: an International Journal*, vol. 5, nro 1, s. 18–27, 2016.
- [2] S. Helle, T. Lehtonen, C. Woodward, M. Turkunen ja H. Salmi, ”MIRACLE Handbook : Guidelines for Mixed Reality Applications for Culture and Learning Experiences”, 2017.
- [3] G. Koutromanos, A. Sofos ja L. Avraamidou, ”The use of augmented reality games in education: a review of the literature”, *Educational Media International*, vol. 52, nro 4, s. 253–271, 2015.
- [4] TechCrunch, *Google’s ‘Project Glass’ Augmented Reality Glasses Are Real And In Testing*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://techcrunch.com/2012/04/04/google-project-glas/>, 2012.
- [5] Time, *Google Will Stop Selling Glass Next Week*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <http://time.com/3669927/google-glass-explorer-program-ends/>, 2015.
- [6] Wired, *Project HoloLens: Our Exclusive Hands-On With Microsoft’s Holographic Goggles*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://www.wired.com/2015/01/microsoft-hands-on/>, 2015.

- [7] Engaged, *Microsoft's mixed reality HoloLens 2 headset is official*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://www.engadget.com/2019/02/24/microsoft-hololens-2-announced/>, 2019.
- [8] Microsoft, *Hololens Press Materials*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://news.microsoft.com/microsoft-hololens-press-materials/>, 2015.
- [9] Google Patents, *Three dimensional virtual and augmented reality display system*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://patents.google.com/patent/US8950867B2/en>, 2012.
- [10] The Register, *At last: Magic Leap reveals its revolutionary techno-goggles – but wait, there's a catch*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) https://www.theregister.co.uk/2018/06/06/magic_leap_revealed/, 2018.
- [11] Magic Leap Inc, *Magic Leap Press Materials - Magic Leap Inc*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://www.magicleap.com/press-resources>.
- [12] P. E. Kourouthanassis, C. Boletsis ja G. Lekakos, "Demystifying the design of mobile augmented reality applications", *Multimedia Tools and Applications*, vol. 74, nro 3, s. 1045–1066, helmikuu 2015.
- [13] R. Aylett ja S. Louchart, "Being There: Participants and Spectators in Interactive Narrative", teoksessa *Virtual Storytelling. Using Virtual Reality Technologies for Storytelling*, M. Cavazza ja S. Donikian, toim., Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, s. 117–128.
- [14] R. Aylett ja S. Louchart, "Towards a narrative theory of virtual reality", *Virtual Reality*, vol. 7, nro 1, s. 2–9, joulukuu 2003.
- [15] J. Smed, "Interactive storytelling: Approaches, applications, and aspirations", *International Journal of Virtual Communities and Social Networking (IJVCSN)*, vol. 6, nro 1, s. 22–34, 2014.

- [16] A. Stern, "Embracing the Combinatorial Explosion: A Brief Prescription for Interactive Story R&D", teoksessa *Interactive Storytelling*, U. Spierling ja N. Szilas, toim., Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, s. 1–5.
- [17] E. W. Adams, "Resolutions to some problems in interactive storytelling", *Teeside University, Middlesborough, England, UK*, 2013.
- [18] T. Suovuo, I. Lahti ja J. Smed, "Game Design Frameworks and Reality Guides", teoksessa *Handbook of Research on Gaming Trends in P-12 Education*, IGI Global, 2016, s. 85–104.
- [19] K. Huotari ja J. Hamari, "Defining Gamification: A Service Marketing Perspective", teoksessa *Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference*, sarja MindTrek '12, ACM, 2012, s. 17–22.
- [20] Computer World, *4 years in, augmented reality in smartphones has yet to catch on*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://www.computerworld.com/article/2489346/4-years-in--augmented-reality-in-smartphones-has-yet-to-catch-on.html>, 2014.
- [21] C. J. Gelderman, P. W. Ghijsen ja R. van Diemen, "Choosing self-service technologies or interpersonal services—The impact of situational factors and technology-related attitudes", *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 18, nro 5, s. 414–421, 2011.
- [22] J. C. Lin ja H. Chang, "The role of technology readiness in self-service technology acceptance", *Managing Service Quality: An International Journal*, vol. 21, nro 4, s. 424–444, 2011.
- [23] H. Oh, A. M. Fiore ja M. Jeoung, "Measuring Experience Economy Concepts: Tourism Applications", *Journal of Travel Research*, vol. 46, nro 2, s. 119–132, 2007.

- [24] H. van der Heijden, "Factors influencing the usage of websites: the case of a generic portal in The Netherlands", *Information & Management*, vol. 40, nro 6, s. 541–549, 2003.
- [25] N. Tractinsky, A. S. Katz ja D. Ikar, "What is beautiful is usable", *Interacting with computers*, vol. 13, nro 2, s. 127–145, 2000.
- [26] T. Jung, N. Chung ja M. C. Leue, "The determinants of recommendations to use augmented reality technologies: The case of a Korean theme park", *Tourism Management*, vol. 49, s. 75–86, 2015.
- [27] L. Viinikkala, O. I. Heimo, T. Korkalainen, T. Mäkilä, S. Helle, V. Pönni, J.-P. Arimaa, F. Saukko, J. Pääkylä, S. Jokela et al., "The Luostarinmäki Adventure—An Augmented Reality Game in an Open-air Museum", *Engaging SpacES*, s. 231, 2014.
- [28] K. Seppälä, O. I. Heimo, T. Korkalainen, J. Pääkylä, J. Latvala, S. Helle, L. Härkänen, S. Jokela, L. Järvenpää, F. Saukko et al., "Examining user experience in an augmented reality adventure game: Case Luostarinmäki Handicrafts Museum", teoksessa *IFIP International Conference on Human Choice and Computers*, Springer, 2016, s. 257–276.
- [29] Mashable, *What it's like to walk with Google Maps in augmented reality*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://mashable.com/article/google-maps-ar-augmented-reality-walking-navigation/?europe=true>, 2019.
- [30] Business Insider, *Google created a cute augmented-reality fox inside Google Maps to help people navigate directions*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://www.businessinsider.com/google-showcases-augmented-reality-navigation-on-google-maps-2018-5?r=US&IR=T>, 2018.

-
- [31] T. Reinhardt, *Using Global Localization to Improve Navigation*, Saatavilla (Tarkistettu 6.6.2019) <https://ai.googleblog.com/2019/02/using-global-localization-to-improve.html>, 2019.
- [32] B. A. Kitchenham ja S. L. Pfleeger, "Personal Opinion Surveys", teoksessa *Guide to Advanced Empirical Software Engineering*, F. Shull, J. Singer ja D. I. K. Sjøberg, toim. London: Springer London, 2008, s. 63–92.