

Opinnäytetyö (AMK)

Tietotekniikka

Mediatekniikka

2014

Markus Talka

LISÄTYN TODELLISUUDEN VISUALISOINTIRATKAISUT

– Lisätyn todellisuuden sovellusmahdollisuudet
rakennusteollisuudessa



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikan koulutusohjelma | Mediatekniikka

2014 | 39 sivua

Mika Luimula, yliopettaja, FT

Markus Talka

LISÄTYN TODELLISUUDEN VISUALISOINTIRATKAISUT

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia visualisoinnin menetelmänä. Tutkimuksen alla olivat erilaiset lisätyn todellisuuden teknologiat, alan historia sekä sovellusalueet.

Teoriaosiossa tutkittiin lisätyn todellisuuden luonnetta teknologiana, sekä lisätyn todellisuuden kehitystä nykyiseen muotoonsa, jossa mobiililaitteet tarjoavat alalle uusia kasvumahdollisuuksia. Työssä käydään läpi sovelluksia, jotka hyödyntävät lisättyä todellisuutta, sekä teollisuuden aloja, joissa lisätylle todellisuudelle on käyttöä ja kysyntää.

Työn käytännön toteutuksena suunniteltiin ja rakennettiin esimerkkisovellus, jonka avulla pystyy demonstroimaan miten kehittää lisätyn todellisuuden sovellutuksia esimerkiksi yritysten visualisointitarpeisiin helposti ja kustannustehokkaasti.

Opinnäytetyössä on salassapidettävä osa, joka toteutettiin Premode Oy:n toimeksiantona, ja sen aiheena on lisätyn todellisuuden sovellusmahdollisuudet rakennusteollisuudessa. Opinnäytetyön lopputuotteena toteutettiin lisätyn todellisuuden visualisointisovellus rakennusteollisuuden tarpeisiin. Sovelluksen tavoite on toimia tehokkaasti apuna rakennusprojektin esityövaiheessa, lisäten rakennusteollisuuden yritysten visualisointimahdollisuuksia projekteissaan.

ASIASANAT:

lisätty todellisuus, Unity3D, Vuforia, visualisointi, sovelluskehitys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Information Technology | Digital Media

2014 | 39 pages

Mika Luimula, Ph.D

Markus Talka

AUGMENTED REALITY VISUALISATION SOLUTIONS

This thesis examines the possibilities of augmented reality as means of visualization. The scope of the thesis includes different kinds of technologies associated with augmented reality, the history of the field and areas of application.

In the theoretical part, the character of augmented reality as a technology was studied, as well as the development of augmented reality to its form these days, in which mobile devices offer new growth opportunities for the industry. Applications that make use of augmented reality were studied, in addition to industry areas, that have both use and need for augmented reality.

An example application was designed and built as the practical part of the thesis. This application demonstrates how to develop augmented reality applications for the visualization needs of businesses easily and cost-effectively.

The thesis contains a confidential part, which was commissioned by Premode Inc; and its subject is application possibilities of augmented reality in the construction industry. As the end product of the thesis, a visualization application was developed for the needs of a construction firm. The goal of the application is to effectively help during the spadework of a construction project, thus increasing visualization possibilities for construction companies to use with their projects.

KEYWORDS:

Augmented reality, Unity3D, Vuforia, visualization, application development

SISÄLTÖ

| | |
|--|-----------|
| SANASTO | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 LISÄTTY TODELLISUUS | 9 |
| 2.1 Lisätyn todellisuuden historia | 10 |
| 2.2 Teknologia | 11 |
| 2.2.1 Mobiililaitteet | 12 |
| 2.2.2 Puettava teknologia | 12 |
| 3 LISÄTYN TODELLISUUDEN SOVELLUKSET | 14 |
| 3.1 Lisätty todellisuus teollisuuden apuvälineenä | 14 |
| 3.1.1 Rakennusteollisuus | 14 |
| 3.1.2 Sotilasteollisuus | 16 |
| 3.1.3 Raskas teollisuus ja lääketiede | 18 |
| 3.2 Kuluttajasovellukset | 18 |
| 3.2.1 AR-selaimet ja lisätty todellisuus markkinointikäytössä | 19 |
| 3.2.2 Lisätyn todellisuuden sovelluksia hyödyntävät pelit | 20 |
| 4 LISÄTYN TODELLISUUDEN SOVELLUTUSMAHDOLLISUUDET RAKENNUSTEOLLISUUDESSA | 22 |
| 4.1 Toimeksianto sovelluskehityksestä | 22 |
| 4.2 Kehitystyökalut | 22 |
| 4.2.1 Unity3D | 23 |
| 4.2.2 Vuforia | 23 |
| 4.2.3 Xludia | 24 |
| 4.2.4 ARToolKit | 24 |
| 4.2.5 Wikitude | 25 |
| 4.3 Kehitystyökalujen valinta | 26 |
| 5 ESIMERKKISOVELLUKSEN RAKENTAMINEN | 28 |
| 5.1 Valmistelu | 28 |
| 5.1.1 Kohdekuvan luominen ja toimintojen valmistelu | 29 |
| 5.1.2 ARCamera | 30 |
| 5.2 3D-objektin lisääminen kohdekuvaan | 30 |

| | |
|--|----|
| 5.2.1 Liikkeen lisääminen objektiin | 32 |
| 5.2.2 Äänen lisääminen objektiin | 32 |
| 5.3 Käyttöliittymä ja sovelluksen rakentaminen | 33 |

| | |
|---------------------|-----------|
| 6 YHTEENVETO | 37 |
|---------------------|-----------|

| | |
|----------------|-----------|
| LÄHTEET | 39 |
|----------------|-----------|

KUVAT

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Esimerkki paikannuspohjaisen AR-selaimen näkymästä. [20] | 11 |
| Kuva 2. Mies käyttämässä Google Glass –laitetta. [21] | 13 |
| Kuva 3. MagicPlan-sovellus käytössä Android-laitteella. | 15 |
| Kuva 4. Head-up display -projektio F/A-18C Hornet -hävittäjälentokoneen ohjaamossa. [25] | 16 |
| Kuva 5. Yhdysvaltain armeijan Land Warrior -kehitysohjelman laitteita. [27] | 17 |
| Kuva 6. Audin A3-mallin väri- ja vannekatalogi Junaio -AR-selaimessa. | 20 |
| Kuva 7. Nainen pelaa Nintendon AR Games –peliä. [22] | 21 |
| Kuva 8. ARToolKitilla tehty Codex Interactivus -sovellus, joka esittelee Leonardo Da Vincin keksintöjä animoituina 3D-malleina. | 25 |
| Kuva 9. Valikko target-kuvan luomiseen. | 29 |
| Kuva 10. Kuutio-objekti valaistuna. | 31 |
| Kuva 11. Käyttöliittymäpainikkeet. | 35 |
| Kuva 12. Valmis esimerkkisovellus piirtää kuution tulostetun target-kuvan päälle. | 36 |

TAULUKOT

| | |
|---|----|
| Taulukko 1. Kehitystyökalujen ominaisuudet vertailussa. | 26 |
|---|----|

SANASTO

| | |
|----------|--|
| AR | Lisätty todellisuus, augmented reality |
| HUD | Head-up Display, tekniikka jossa informaatio piirretään suoraan käyttäjän näkökenttään vähentämään häiriöitä havainnoinnissa |
| IDE | Integrated development environment, sisäänrakennettu kehitysympäristö |
| Immersio | Käyttäjän tunne uppoutumisesta sovellukseen, jolloin käsitys todellisen ja virtuaalisen sisällön erosta pienenee |
| OS X | Operating System X, Applen kehittämä graafinen käyttöjärjestelmä |
| POI | Point of Interest, AR-selaimen käyttämä havainne, jonka avulla selain osaa piirtää oikeaan kohtaan oikean informaation |
| SDK | Software development kit, sovelluskehitysvälineet |
| Target | Kuva, joka toimii pohjana lisätyn todellisuuden objektille |

1 JOHDANTO

Lisätyllä todellisuudella tarkoitetaan tekniikkaa, jolla käyttäjän näkökenttään tai näytölle piirretään tietokoneavusteisesti objekteja ja informaatioita, jotka lisäävät elementtejä jo olemassa olevaan ympäristöön. Jokainen älypuhelimien omistaja kantaa mukanaan mahdollisuutta käyttää erilaisia lisätyn todellisuuden sovelluksia. Siitä huolimatta lisätty todellisuus ei ole vielä lyönyt itseään läpi suurelle yleisölle, vaan on toistaiseksi pysynyt lähinnä kurioositeettina teknofiileille.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan lisätyn todellisuuden (engl. augmented reality) sovelluksia, niiden käyttöä, kehittämistä, sekä soveltamista teollisuuden avuksi sekä kuluttajakäyttöön. Opinnäytetyö on tehty Premode Oy:n toimeksiannona. Premoden toimeksiannon pohjalta lähdettiin tutkimaan ratkaisuja tutkimusongelmaan, jossa lisätyn todellisuuden sovellus kehitetään käytettäväksi rakennusprojektin esityövaiheessa. Kyseisen sovelluksen tekemiseen on olemassa monenlaisia työkaluja, joilla sovellus on mahdollista kehittää, ja niiden vertailu sekä oikean työkalun valinta onkin olennainen osa tutkimusprosessia. Tutkimusongelman puitteissa tutustutaan myös alan aiempiin julkaisuihin ja tuotteisiin. Opinnäytetyössä on salattu osa, mutta Premode Oy sekä toimeksianto käydään lyhyesti läpi, jotta lukijalla on käsitys myös opinnäytetyön varsinaisen tutkimusongelman laadusta ja laajuudesta.

Teoriaosassa käsitellään lisättyä todellisuutta käsitteenä ja tarkastellaan lisätyn todellisuuden alan kehittymistä sekä historiaa. Vastaavasti käydään läpi sovelluksia, joissa lisättyä todellisuutta nykypäivänä ja tulevaisuudessa käytetään. Myös lisätyn todellisuuden teknologiapuoleen perehdytään ja selvitetään, millaista laitteistoa tarvitaan lisätyn todellisuuden aikaansaamiseksi. Esimerkiksi lisätyn todellisuuden ominaisuuksia on saatavilla nykypäivänä monenlaisiin laitteisiin, ja puettavien teknologioiden tehdessä tuloaan, on siitä kehittymässä yksi lisätyn todellisuuden sovellettavuusalue lisää.

Yksi tarkastelussa oleva näkökulma on alan teknologioiden käyttö teollisuuden visualisointiratkaisuihin, sekä kuluttajamarkkinoiden loppukäyttäjäsovellukset, kuten erilaiset lisätyn todellisuuden markkinointiratkaisut sekä AR-selaimiin.

2 LISÄTTY TODELLISUUS

Termiä lisätty todellisuus (englanniksi Augmented Reality, AR) käytetään kuvaamaan sellaisten teknologioiden yhdistelmää, jotka mahdollistavat tietokoneella luodun sisällön videokuvaan reaaliaikaisesti. [1] Lisätty todellisuus on maailman tutkimista joko suoraan tai välillisesti siten, että näkökenttään heijastetaan erilaisia lisättyjä elementtejä reaaliajassa.

Yleisimmin lisätyllä todellisuudella tarkoitetaan ympäristön tutkimista näytön läpi, samalla kun näytölle piirretään objekteja lisäämään käyttäjän ympäristöstä saamaa informaatiota. Erilaisia elementtejä, joita lisätty todellisuus käyttää, ovat esimerkiksi kuvat, ääni, liikkuva kuva, 3D-mallit sekä animaatiot. AR-sovellusten laadun mittarina voidaan katsoa, miten hyvin todellisuuteen lisätty objekti saadaan sopimaan reaali maailman ympäristöön, ja siten arvioida sovelluksen luomaa immersiota, eli sovelluksen kykyä vakuuttaa.

Lisätyn todellisuuden elementit saadaan aikaan tietokoneavusteisesti, ja niitä käytetään usein välittämään ympäristöstä tai tapahtumasta käyttäjälle tietoa, kuten esimerkiksi urheilutuloksia urheilutapahtumissa ja televisiolähetyksissä. [2] Joissain tapauksissa käyttäjän on mahdollista vaikuttaa todellisuuteen lisättyjen elementtien kanssa, ja siten vaikuttaa omaan lisätyn todellisuuden elämykseensä. Vuorovaikutusmahdollisuudet tarjoavat monenlaisia hyödyntämismahdollisuuksia esimerkiksi peleissä ja pelillistetyissä, eli peleistä tuttuja ominaisuuksia kerronnan keinona käytävissä sovelluksissa.

Lisätty todellisuus eroaa virtuaalidodellisuudesta siinä, että virtuaalidodellisuuden tarjotessa käyttäjälle vahvan immersion tarjoavia 3D-ympäristöjä, lisätty todellisuus käyttää todellista maailmaa pohjana sovellusmahdollisuuksilleen. [1] Lisätyn todellisuuden käyttö esimerkiksi teollisuuden tarpeisiin virtuaalidodellisuuden sijaan on perusteltu monin tavoin: lisätyn todellisuuden vahvuuksiin kuuluu, että sitä käytettäessä ei ole tarvetta luoda virtuaalisesti kaikkia näkymän elementtejä, käyttäjän on helpompi toimia näkymän kanssa, koska se sisältää käyttäjälle tuttuja asioita, ja lisätyn todellisuuden sovelluksen

käyttämä teknologia on edullisempaa kuin virtuaalitodellisuussovelluksen käyttämä teknologia. [3]

2.1 Lisätyn todellisuuden historia

Ensimmäisenä oikeana lisätyn todellisuuden järjestelmänä pidetyn The Sword of Damocles –sovelluksen kehitti Ivan Sutherland vuonna 1968. [18] Sovelluksen nimi tulee siitä, että kun päähän puettavan laite joudutaan siinä käytetyn teknologian painavuuden takia ripustamaan katosta roikkumaan. Tällöin laite muistuttaa antiikkisten kreikkalaisten tarinoiden Damokleen miekkaa, joka roikkui hevosen jouhen varassa katosta.

Steve Mann kehitti vuonna 1980 ensimmäisen puettavan tietokoneen, joka piirsi käyttäjän näkökenttään tekstiä ja grafiikkaa. Mann on kehittänyt sittemmin EyeTapiksi nimettyä järjestelmäänsä pidemmälle, ja hän oli muun muassa Cyberman-elokuvan aiheena vuonna 2002. [4]

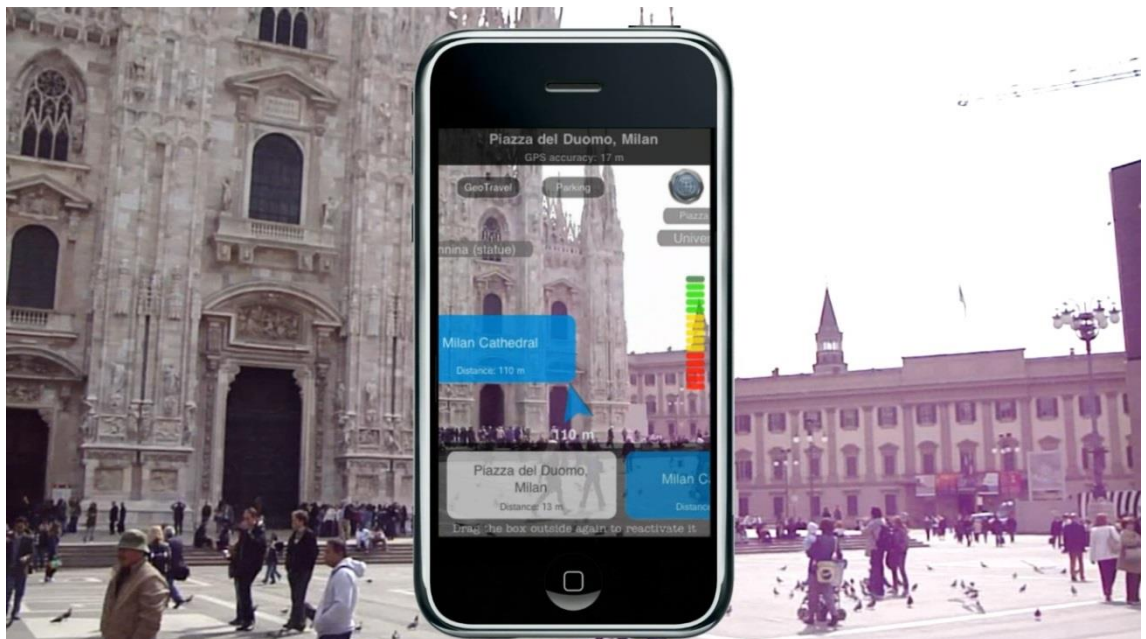
Termin ”augmented reality” alkuperän kerrotaan kuuluvan entiselle Boeingin tutkijalle Tom Caudellille, joka käytti sitä ensimmäistä kertaa vuonna 1990. Caudellin ongelmana oli selvittää, miten saada tehostettua kokoonpanoa Boeingin tehtailla. Tuolloin työntekijöiden ohjeistamisessa monimutkaisessa kokoonpanoprosessissa käytettiin lattialla olevia vanerilevyjä, joihin oli merkitty lentokoneiden erilaiset johdotukset. Korvaavaksi teknologiaksi Caudell ehdotti päähän puettavaa laitetta, joka näyttäisi jokaisen koneen piirustukset suoraan työntekijän silmille tämän kootessa lentokoneen osaa, ja näin saaden aikaan huomattavasti ketterämmän kokoonpanojärjestelmän. [5]

Ensimmäinen lisättyä todellisuutta käsittelevä konferenssi, International Workshop on Augmented Reality '98, pidettiin vasta vuonna 1998. Vuotta myöhemmin julkaistiin Hirokazu Katon kehittämä ARToolKit–kirjasto, joka mahdollistaa lisätyn todellisuuden sovellusten luomisen määrittämällä kameran etäisyyden printatusta target-kuvasta ja osaa siten piirtää 3D-mallin oikeaan kohtaan target-kuvan päälle. [2, 6] Nykyään ala on laajentunut huomattavasti

suuremmaksi, ja Augmented World Expo 2014 –tapahtumaan odotetaan jopa 2000 osallistujaa ja 100 puhujaa. [7]

2.2 Teknologia

Perinteisen lisätyn todellisuuden näkymän luominen vaatii kameras, prosessointiyksikön joka käsittelee kamerasta saadun datan ja piirtää halutun informaation sen mukaan, sekä näytön joka esittää näkymän käyttäjälle. Lisäksi erilaisia lisätyn todellisuuden kokemusta parantavia teknologioita ovat esimerkiksi kiihtyvyyssanturi ja GPS-paikannin. [2] Erilaiset paikannusteknologiat mahdollistavat paikannukseen perustuvat lisätyn todellisuuden sovellukset. Mahdollista on, että sovellus tietää käyttäjän paikan sekä suunnan, ja osaa sen perusteella piirtää näkymään relevantin sisällön. (Kuva 1.)



Kuva 1. Esimerkki paikannuspohjaisen AR-selaimen näkymästä. [20]

Koska lisätyn todellisuuden kuluttajasovellukset on varsin nuori asia, ja sen ongelmaksi muodostuukin standardien puute. Siinä missä internetselaimet käyttävät tiettyjä standardeja, jotka mahdollistavat sivustojen esiintymisen

muuttumattomana riippumatta siitä millä selaimella tai alustalla niitä tutkitaan, AR-selainsovellukset, kuten Layar ja Blippar, käyttävät omia rajapintojaan, eikä tästä syystä yhdelle selaimelle luotu sisältö välttämättä toistu muissa selaimissa. [11] Verkon standardeja ylläpitävä World Wide Web Consortium (W3C) –yhteisö on kuitenkin vuodesta 2010 lähtien ajanut myös AR-selainten standardoinnin asiaa.

2.2.1 Mobiililaitteet

Suurin osa nykyisistä älypuhelin- ja tablettimalleista sisältävät kaikki edellä mainitut ominaisuudet, jotka tekevät niistä optimaalisia alustoja lisätyn todellisuuden sovelluksille. Mobiililaitteiden laskentatehon noustessa paremmaksi jokaisen mallisukupolven myötä ei lisätyn todellisuuden sovellusten kehittämisessä tarvitse kiinnittää huomiota optimointiin aikaisemmassa määrässä.

Googlen ja Applen Sovelluskaupoista löytyy yhä enemmän lisättyä todellisuutta käyttäviä sovelluksia, mutta todellista käyttäjäryntäystä ei teknologia ole vielä saanut aikaiseksi. Juniper Research -tutkimuslaitoksen mukaan kuitenkin tulevaisuudessa suuret kaupan- ja viihdealan yritykset omaksuvat teknologian ja alkavat käyttää sitä markkinoinnissaan, ja vuoteen 2017 mennessä lisätyn todellisuuden sovelluksia ladataan vuodessa jopa 2,5 miljardia kertaa. [10]

2.2.2 Puettava teknologia

Puettava teknologia on tekemässä tuloaan ihmisten arkeen erilaisina silmälaseina ja rannetietokoneina. Älylasit, kuten Googlen valmistama Google Glass (Kuva 2), tarjoavatkin mahdollisuuden sovelluskehittäjille luoda käyttäjälle immersiiivinen reaaliaikainen lisätyn todellisuuden näkymä, joka seuraa käyttäjän normaaleja pään liikkeitä. Käyttäjän silmille piirtyvä näyttö eliminoi tarpeen pitää näyttöä kädessä, mikä vähentää huomattavasti teknologian kömpelyyttä koska se vapauttaa molemmat kädet muihin toimiin.



Kuva 2. Mies käyttämässä Google Glass –laitetta. [21]

Google Glassille on jo olemassa sovelluksia, jotka hyödyntävät alustan mahdollisuuksia lisätyn todellisuuden sovelluksissa esimerkiksi navigoinnin apuna. Sovellukset Layar ja Blippar tarjoavat käyttäjälle mahdollisuuden skannata näkymänsä, ja mikäli sovellus löytää POI-kohdan (point of interest), esitetään käyttäjälle tarjottu informaatio Glassin näyttönä toimivaan läpikuultavaan kuutioon. [8, 9]

3 LISÄTYN TODELLISUUDEN SOVELLUKSET

3.1 Lisätty todellisuus teollisuuden apuvälineenä

Alkaen Tom Caudellin suunnitelmista tehdä Boeingille lisätyn todellisuuden kokoonpanolinja 90-luvun alussa on lisätty todellisuus nostanut profiiliaan myös teollisuuden apuvälineenä. 90-luvun loppuun tultaessa olikin kiinnostus lisättyä todellisuutta kohtaan kasvanut maailmalla huomattavasti, karkeasti jaotellen Yhdysvalloissa sotilaskäyttöön, Japanissa taiteeseen ja viihteeseen, ja Euroopassa raskaan teollisuuden käyttöön. [12]

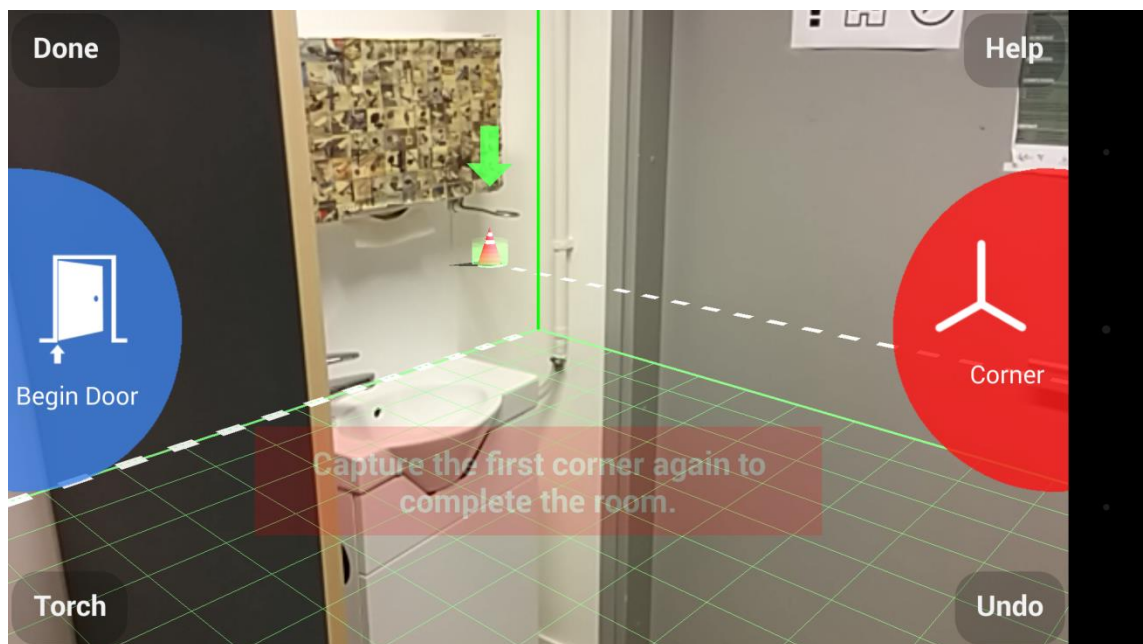
3.1.1 Rakennusteollisuus

Rakennusteollisuus on ala, jossa lisätyllä todellisuudella voi olla tulevaisuudessa erittäin suuri rooli. Erilaiset visualisointisovellukset tekevät rakennusprojektin eteenpäinviemisen helpommaksi jokaisessa projektin vaiheessa esityöstä itse rakennukseen.

Lisättyä todellisuutta käyttäviä visualisointisovelluksia ovat esimerkiksi JBKnowledge SmartReality, MagicPlan sekä Suomen valtion Teknologian tutkimuslaitoksen suunnittelema AR4BC (Augmented Reality for Building and Construction) –projektin tuotteena syntynyt AROnSite-sovellus. AROnSite käyttää hyväkseen visuaalista dataa sekä GPS-paikannusta saadakseen rakennusmallin ympäristössä oikeinpäin sekä oikeaan paikkaan, mahdollistaen rakennuksen visualisoinnin sen lopullisella sijainnilla. AROnSiten avulla on mahdollista käyttää Google Earth –ohjelmaan lisättyjä talojen 3D-malleja, ja piirtää ne oikeille paikoilleen maan pinnalla. [24]

SmartReality mahdollistaa ”elävät pohjapiirustukset”, eli pohjapiirustuksen tutkimisen kolmiulotteisena varsinaisen pohjapiirustuskuvan päällä, jolloin käyttäjä pääsee tutkimaan talon mallia halutusta kulmasta ja halutut pinnat näkyvissä.

MagicPlan-sovellus osaa piirtää käyttäjän huoneesta tai huoneestosta pohjapiirustuksen käyttämällä älypuhelimien sensoreita ja lisättyä todellisuutta havainnollistamisen keinona. Näytölle piirretyt lisätyn todellisuuden elementit auttavat käyttäjää asettamaan puhelimensa oikeaan kohtaan ja oikeaan kulmaan saadakseen huoneesta mahdollisimman tarkan pohjapiirustuksen. Käyttäjä saa pohjapiirustuksesta dokumentit .pdf-, .jpg- ja .dxf-formaateissa. (Kuva 3)



Kuva 3. MagicPlan-sovellus käytössä Android-laitteella.

Myös vanhempien, jo mahdollisesti tuhoutuneiden rakennusten visualisoinnissa on käyttöä lisätulle todellisuudelle. EU-rahoitteinen ARCHEOGUIDE (Augmented Reality-based Cultural Heritage On-site GUIDE) tähtää tarjoamaan vanhojen rakennusten sijaintipaikoilla vieraileville ihmisille mahdollisuuden nähdä rakennukset alkuperäisessä kunnossaan niiden oikeassa ympäristössä. Sovellus on ollut koekäytössä Kreikan Olympiassa. [23]

Arkkitehdit pystyvät elävöittämään rakennusprojektien piirustuksia sekä visualisoimaan rakennusprojekteja immersiiivisesti, samoin kuin rakennusmiehet pystyvät käyttämään lisätyn todellisuuden sovelluksia apunaan rakennus- ja koontityössä. Myös sisustajille lisätty todellisuus tarjoaa keinon tarkastella

huonekaluja niiden tulevassa ympäristössä ilman tarvetta tuoda huonekaluja fyysisesti paikalle, kuten luvussa 3.2 mainittavalla Ikean katalogisovelluksella.

3.1.2 Sotilasteollisuus

Sotilaskäytössä lisätyllä todellisuudella on ollut käyttöä siitä asti, kun ensimmäiset HUD-projektiot (head-up display) tulivat lentokoneisiin. Lisätyn todellisuuden teknologioita on käytetty syöttämään sotilaslentäjille tärkeää informaatiota suoraan näkökenttään, ja nykyään järjestelmää täydentää päähän puettavat näytöt, jotka lisäävät immersiota. Sotilaskäytöstä HUD-projektioiden käyttö on löytänyt tiensä myös siivili-ilmailuun sekä yksityisautoihin. Yksityisautoissa esimerkiksi navigaatio-ohjeet sekä auton nopeus, sekä muu tärkeä informaatio voidaan heijastaa suoraan tuulilasiin kuljettajan näkökentälle, vähentäen kuljettajan tarvetta katsoa poispäin havainnointikentästä.



Kuva 4. Head-up display -projektiio F/A-18C Hornet -hävittäjälentokoneen ohjaamossa. [25]

Kehitteillä on myös useita järjestelmiä, jotka tähtäävät lisäämään yksittäisen taistelijan käsitystä ympäristöstä ja taistelutilanteesta. Aikaisemmin taistelijan käyttöön tulevan lisätyn todellisuuden järjestelmän kehitystä on rajoittanut erilaisten teknologioiden vaatimien komponenttien koko, mutta komponenttien pienentyessä ovat suurimmat ongelmat vaativan sovelluskehityksen puolella.

Yhdysvaltain armeijan yksittäisen taistelijan parantunutta taistelukelpoisuutta tavoittelevan Land Warrior -kehitysohjelman osana on Helmet Subsystem (HSS), jossa kypärään on integroitu suoritin sekä näyttö.



Kuva 5. Yhdysvaltain armeijan Land Warrior -kehitysohjelman laitteita. [27]

Näytöstä taistelija pystyy esimerkiksi seuraamaan karttoja, sekä tutkimaan aseeseen kiinnitetyn kameran kuvaa. Tätä tekniikkaa käyttäen taistelijan on mahdollista tarkastella sekä tulittaa kulmien takana olevia vihollisia tai objekteja. [26]

3.1.3 Raskas teollisuus ja lääketiede

Vuonna 1999 Saksan liittovaltion opetus- ja tutkimusministeriö aloitti rahoittamaan projektia, joka tähtäsi lisätyn todellisuuden käyttöönottoon alueen laajan teollisuuden avuksi. Projektissa oli mukana Saksan teollisuuden suurimpia nimiä Airbusista Volkswageniin ja Audiin. [19] Yksi projektin aikaansaannoksista oli päähän puettava lisätyn todellisuuden näyttö, joka joustavasti mukautui auttamaan kohdennetuissa tehtävissä, antaen esimerkiksi kokoonpanolinjalla visuaalisia ohjeita työntekijälle. Nykyään lisättyä todellisuutta käytetäänkin erilaisilla tavoilla esimerkiksi laivanrakennuksen, sekä rakennusteollisuuden apukeinoina, vähentämään työntekijöiden tekemiä virheitä ja auttamaan tuotteiden visualisoinnissa.

Lisättyä todellisuutta käytetään myös lääketieteen tarpeisiin, ja tulevaisuuden leikkaussalissa onkin todennäköisesti mukana erilaisia lisätyn todellisuuden sovelluksia. Leikkauksia tehtäessä on mahdollista lisätä kirurgin näkökenttään leikattavan ihon päälle kolmiulotteinen tomografiakuva, jolloin kirurgi pystyy näkemään kehon sisällä olevan anatomian haluamastaan kohdasta. [14]

3.2 Kuluttajasovellukset

Vaikka lisätty todellisuus ei olekaan tehnyt lopullista läpimurtoaan kuluttajamarkkinoilla, on eri alustojen markkinapaikoilla kuten Google Playssa ja App Storessa jo monia erilaisia kuluttajille suunnattuja sovelluksia. Sovelluksista iso osa tekee vain yhden tietyn asian käyttäen lisättyä todellisuutta, kuten yritysten katalogisovellukset ja ohjelmalelut, mutta on olemassa myös kokonaisvaltaisempiin lisätyn todellisuuden ratkaisuihin keskittyviä sovelluksia, kuten erilaiset AR-selaimet.

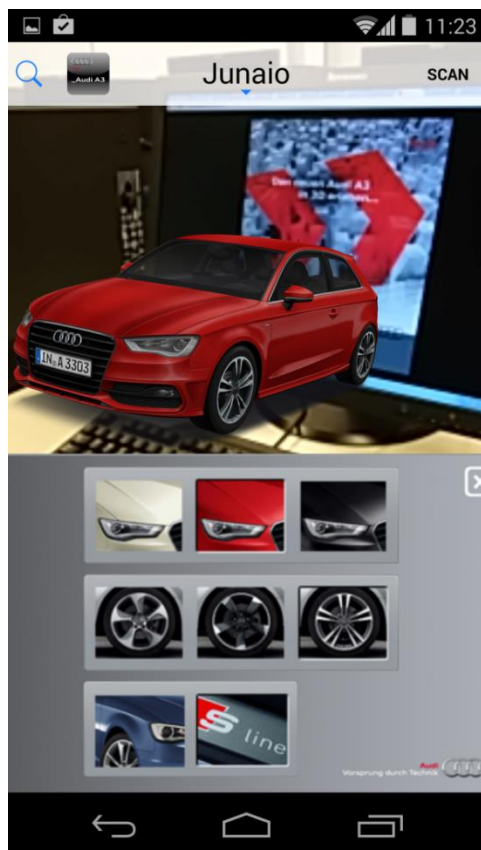
3.2.1 AR-selaimet ja lisätty todellisuus markkinointikäytössä

Ikea julkaisi elokuussa 2013 katalogin, jossa oli Ikean vuoden 2014 mallisto esittelyssä. Ikean heinäkuun 2013 raportin mukaan 70 % Yhdistyneen Kuningaskunnan kansalaisista ei tiedä oman kotinsa neliömetrimäärää, ja 14 % heistä on ostanut kotiinsa vääränkokoisia huonekaluja. Selvisi myös, että noin kolmannes briteistä sekoittaa imperiaalisen mittausjärjestelmän sekä metrijärjestelmän. [15]

Tähän ongelmaan ratkaisuksi kehitettiin lisättyä todellisuutta hyödyntävä katalogi, jossa käyttäjä saattaa valita katalogista haluamansa tuotteen, ja sitten asettaa katalogin siihen kohtaan huonetta, mihin on suunnitellut asettavansa huonekalun. Näin käyttäjä pystyy tutkimaan, miltä haluttu huonekalu näyttäisi huoneessa oikeassa mittakaavassa.

AR-selaimet toimivat samankaltaisesti kuin WWW-selaimet (world wide web), eli ne antavat käyttäjälle mahdollisuuden selata ja tutkia muiden tekemää sisältöä. Sisältö löytyy navigoimalla todellisessa ympäristössä, jossa paikannusteknologia ohjaa käyttäjälle oikean informaation ympäristöön nähden, tai käyttämällä target-kuvia. Tunnettuja AR-selaimia ovat esimerkiksi Junaio, Layar ja Wikitude.

AR-selaimia käytettäessä etsitään ympäristöstä POI-kohtia, ja sovellus esittää käyttäjälle kyseisistä kohdista tarjolla olevan informaation. Selainsovellukset voivat auttaa esimerkiksi navigoinnissa uusissa kaupungeissa, ja auttaa löytämään haluttuja palveluja ohjaamalla käyttäjän paikannusteknologioita käyttäen niiden luokse. Selaimet tarjoavat usein myös oman ratkaisunsa virtuaalikatalogien ja niin sanottujen interaktiivisten printtien aikaansaamiseen. (Kuva 3)



Kuva 6. Audin A3-mallin väri- ja vannekatalogi Junaio -AR-selaimessa.

Alan markkinajohtajat Junaio ja Layar tarjoavat käyttäjille mahdollisuuden luoda omat lisätyn todellisuuden markkinointiratkaisunsa, joita voi siten käyttää keskitetysti yhdellä sovelluksella. Tämä eliminoi tarpeen loppukäyttäjältä ladata erillinen sovellus jokaiselta lisätyn todellisuuden markkinointia harjoittavalta yritykseltä. Kuten luvussa 2.2 todettiin, eivät selaimet, kuten Wikitude ja jo mainitut Layar ja Junaio, ole kuitenkaan keskenään yhteensopivia, ja yhdelle selaimelle tehty interaktiivinen printti ei toistaiseksi toimi muilla selaimilla.

3.2.2 Lisätyn todellisuuden sovelluksia hyödyntävät pelit

Lisätyn todellisuuden pelisovellusten määrä on kasvanut runsaasti älypuhelinien yleistymisen myötä. Vaikka lisätyn todellisuuden pelit eivät olekaan vielä saavuttaneet suursuosiota mobiilipelaajien keskuudessa, on suosituimmilla AR-peleillä, kuten Mambo Studiosin pelillä Paintball, jo

satojatuhansia latauksia Google Play -markkinapaikalla. [16] Useimmat lisättyä todellisuutta hyödyntävät mobiilipelit vaativat käyttäjää tulostamaan jonkinlaisen target-kuvan, jonka avulla pelin objektit saadaan näkyviin.



Kuva 7. Nainen pelaa Nintendon AR Games –peliä. [22]

Nintendon 3DS-käsi-konsolin tullessa markkinoille keväällä 2011 julkaisi Nintendo myös oman AR Games –pelinsä. (Kuva 4) Peli oli valmiiksi asennettu laitteeseen, ja konsolin mukana tuli kuusi korttia, jotka toimivat target-kuvina pelille. Kortit mahdollistivat pelien, esimerkiksi kalastamis- ja jousiammuntapelin, pelaamisen monilla Nintendon hahmoilla lisätyn todellisuuden ympäristössä. Nintendo 3DS:n AR Games oli pelinavaus suurilta pelijulkaisijoilta ja konsolivalmistajilta lisätyn todellisuuden pelien suhteen, mutta sittemmin alan suurilta tekijöiltä ei ole tullut julki suunnitelmia käyttää lisättyä todellisuutta laajassa mittakaavassa.

4 LISÄTYN TODELLISUUDEN SOVELLUTUSMAHDOLLISUUDET RAKENNUSTEOLLISUUDESSA

4.1 Toimeksianto sovelluskehityksestä

Premode Oy:ltä toimeksiantona oli tutkia lisätyn todellisuuden sovellusmahdollisuuksia rakennusteollisuudessa, ja luoda parhaimmiksi ja sopivimmiksi katsottuja kehitystyökaluja käyttäen visualisointisovellus rakennusteollisuuden tarpeisiin.

Premode Oy on vuonna 2010 perustettu turkulainen tietotekniikka-alan pienyritys, joka on keskittynyt tarjoamaan visualisointipalveluja yritysasiakkaille. Premoden palveluihin kuuluvat esimerkiksi virtuaaliset prototyypit teollisuuden tarpeisiin, virtuaaliset markkinointimateriaalit sekä myös lisätyn todellisuuden visualisoinnit.

Toimeksiannon pohjalta aloitettiin projekti rakennusprojektin esityövaiheessa käytettävän lisätyn todellisuuden sovelluksen aikaansaamiseksi ja mahdollisesti rakennusteollisuudessa toimivan asiakkaan projekteissa kesällä 2014 käytettäväksi. Toimeksiantopalaverissa asetettiin projektin tutkimusongelma sekä lopputuote salassapidettäväksi.

4.2 Kehitystyökalut

Nykyään sovelluskehittäjille on saatavilla suuri määrä erilaisia kehitystyökaluja ja kehitysympäristöjä, joiden avulla voi lähteä toteuttamaan lisätyn todellisuuden sovelluksia. Kehitystyökalujen ominaisuudet vaihtelevat, ja ennen kehitystyön aloittamista onkin syytä pohtia, mitä sovellukseltaan haluaa. Työkalujen erilaisiin ominaisuuksiin tutustuminen ja oikean valinnan tekeminen säästää aikaa sekä tehostaa sovelluskehitysprosessia.

Jotta projekti saataisiin vietyä loppuun mahdollisimman vaivattomasti ja tehokkaasti, otettiin tarkastelun alle mahdollisia AR-kehitystyökaluja, joilla projekti olisi mahdollista toteuttaa.

4.2.1 Unity3D

Unity3D on pelimoottori sisäänrakennetulla IDE:llä, (integrated development environment) joka mahdollistaa pelien kehittämisen joustavasti useille alustoille. Pelejä voi kehittää samanaikaisesti Windows- ja OSX-käyttöjärjestelmille, (Operating System X) mobiilialustoille, sekä pelikonsoleille. Unity3D on helpon omaksuttavuutensa ja joustavuutensa vuoksi noussut suosituksi pelimoottoriksi erityisesti indie-pelinkehittäjien keskuudessa.

Vaikka Unity3D tunnetaan ensisijaisesti viihteellisiin peleihin suunniteltuna moottorina, on sillä mahdollista kehittää myös hyötypelejä (serious games) sekä erilaisia visualisointityökaluja eri teollisuuden haarojen tarpeisiin. Arkkitehdit ja rakennusinsinöörit pystyvät pelimoottorin tarjoamien mahdollisuuksien avulla esittelemään suunnitteluvaiheessa olevaa rakennusta monipuolisesti ja ensimmäisessä persoonassa luoden vahvan immersion.

Unity3D:ssä ei ole sisäänrakennettuja työkaluja lisätyn todellisuuden sovellusten rakentamiseen. Mikäli Unity3D:llä on tarkoitus kehittää lisätyn todellisuuden sovelluksia, tarvitaan siihen laajennukseksi ladattavaa AR-kirjastoa, kuten Xludia tai Vuforia.

4.2.2 Vuforia

Vuforia SDK (software development kit), entinen QCAR (QualComm Augmented Reality), on yhdysvaltalaisen Qualcomm-elektroniikkayhtiön kehittämä sovelluskehitysvälineistö, joka mahdollistaa lisätyn todellisuuden sovellusten kehittämisen mobiilialustoille kuten Android ja iOS. Käyttämällä laitteen kameraa, Vuforia etsii näkökentästä target-kuvia, joiden päälle piirtää haluttu objekti. Vuforia pystyy seuraamaan tunnistettuja kuvia älykkäästi,

seuraten niiden etäisyyttä sekä kulmaa kameraan nähden, minkä ansiosta kuvan päälle piirrettävä objekti näkyy näytöllä kameraselästä oikean kokoisena ja oikeassa kulmassa. [17]

Vuforia on saatavilla myös Unity-pelimoottorin laajenuksena, lisäten omat kuvanseuraamisen mahdolliseksi tekevät kirjastot sekä skriptit projektiin, tehden helpoksi lisätyn todellisuuden ominaisuuksien tuomisen peliin.

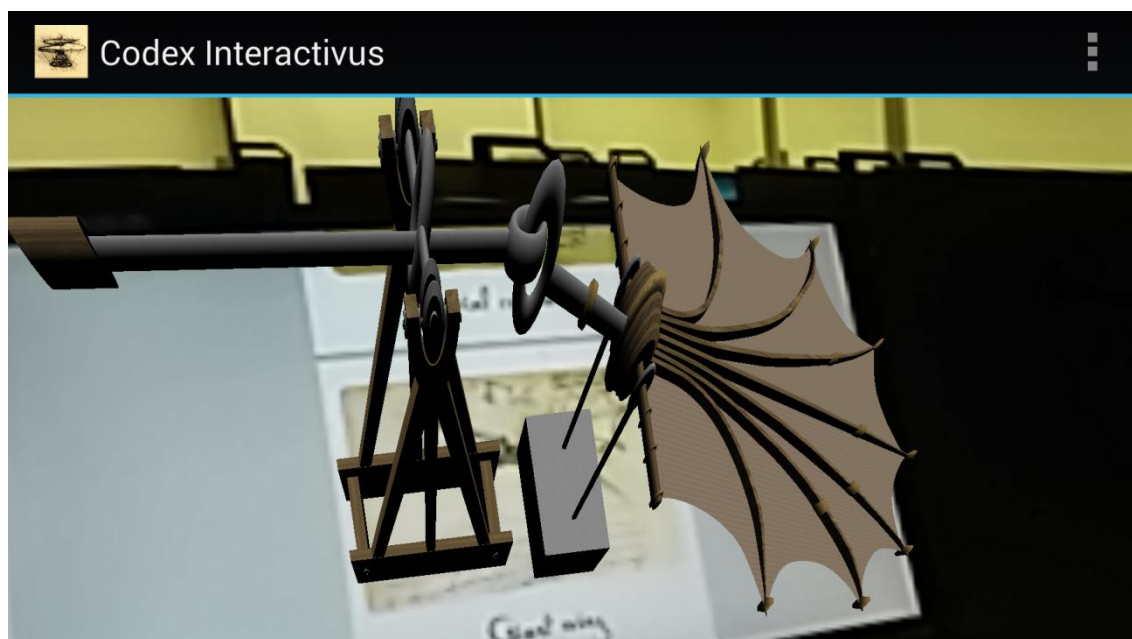
4.2.3 Xloudia

Xloudian kuvantunnistamisominaisuudet perustuvat siihen, että varsinainen tunnistustyö suoritetaan Xloudian pilvessä, säästäten suorittimen resursseja. Xloudiaa voi käyttää esimerkiksi CD- tai DVD-levyjen koteloista tehtäviin AR-targeteihin ja erilaisten markkinointimateriaalien tekemiseen lisätyn todellisuuden avulla. Xloudian tracking taipuu erilaisiin sääolosuhteisiin, ja sovellus on rakennettu massiiviset tietokantahaut silmälläpitäen. [31]

4.2.4 ARToolKit

ARToolKit on C++-kielellä kirjoitettu AR-kirjasto, jota käytetään ohjelmointiympäristön, kuten Eclipsen tai Visual Studion kanssa. Sen kehitti professori Hirokazu Kato vuonna 1999, ja se on ladattavissa GNU General Public License –lisenssillä omaan käyttöön. [29]

Esimerkki ARToolKitillä toteuttavasta projektista on Interactive Magic Book –projekti, joka tähtää esittelemään Leonardo Da Vincin tuotantoa sekä keksintöjä lisätyn todellisuuden keinoin. [30] Käyttäjä voi tutkia yksityiskohtaisia ja animoituja 3D-malleja Da Vincin keksinnöistä target-kuvien pohjalta. (Kuva 8) Projektin lopputuotteena on opetuskäyttöön tuleva Codex Interactivus –sovellus.



Kuva 8. ARToolKitilla tehty Codex Interactivus -sovellus, joka esittelee Leonardo Da Vincin keksintöjä animoituina 3D-malleina.

Sovellus osoittaa ARToolKitin tehokkuuden sekä yhä jatkuvan ajankohtaisuuden lisätyn todellisuuden sovelluksien tekemisessä.

4.2.5 Wikitude

Wikitude on AR-selain, joka antaa kehittäjille mahdollisuuden luoda omaa sisältöä Wikitude SDK-työkalulla. Wikitude lataa valmiin sisällön verkosta, joten Wikitude-selaimen lisäksi erillistä sovellusta ei tarvita. Muita mahdollisia AR-selaimia olisivat olleet esimerkiksi Junaio sekä Layar.

Wikitude on voittanut monia palkintoja ja tunnustuksia, kuten Android apps magazine Best Augmented Reality App 2012 sekä Augmented Planetin palkinnot Best AR Developer Tool 2011 ja 2012, Best AR Browser Award 2010. [28]

4.3 Kehitystyökalujen valinta

Kehitystyökalujen valinnassa painoarvoa annettiin sille, että työkalu olisi ilmainen, ja että sillä pystyisi kehittämään mahdollisimman monelle alustalle samanaikaisesti. Target-kuvien lukeminen oli ehdoton ominaisuus, ja GPS-teknologia olisi lisä, jonka mahdollisuuksia projektissa voisi tutkia. Kehitystyökalujen toimiminen Unityn kanssa laskettiin eduksi, sillä se vähentää tarvetta omaksua uusia ympäristöjä ja ohjelmointikieliä, ja siten tehostaa prosessia.

Taulukko 1. Kehitystyökalujen ominaisuudet vertailussa.

| | Android | iOS | PC | Target | GPS | Unity | Ilmainen |
|-----------|---------|-----|----|--------|-----|-------|----------|
| Vuforia | X | X | | X | | X | X |
| Xlodia | X | X | X | X | X | X | |
| ARToolKit | X | X | | X | | | X |
| Wikitude | X | X | | X | X | | |

Sovelluksen kehitystyökaluksi valikoitui Unity3D-pelimoottorin ja siihen saatavilla olevan Qualcommin julkaiseman Vuforia-laajennuksen käyttäminen. Unity3D-Vuforia –yhdistelmän puolesta puhui edellä mainituista seikoista erityisesti kustannustehokkuus, sekä tutun kehitysympäristön ansiosta vähentynyt tarve ottaa käyttöön uusia teknologioita. Puutteita kyseisessä yhdistelmässä on PC-kehitystyökalujen puuttuminen, sekä GPS-ominaisuuksien poissaolo.

Unity3D sekä Vuforia SDK ovat kehittäjälle ilmaisia käyttää, ja Vuforia-työkalun lisenssi sallii työkalun maksuttoman käytön myös kaupallisissa sovelluksissa. Työympäristönä Unity3D oli ennestään tuttu sekä Premode Oy:lle, että opinnäytetyön toteuttavalle taholle. Unity3D:n käyttäminen ei siis vaatinut kummaltakaan taholta uusien teknologioiden tai työkalujen omaksumista, mikä olisi saattanut aiheuttaa aikataulutuksellisia ongelmia sekä siitä aiheutuneita kuluja toimeksiantajalle.

Premode Oy käytti sovellusta pääasiassa iOS-käyttöjärjestelmää hyödyntävällä iPad-laitteella, kun taas sovelluksen kehitys tapahtui kustannus- ja tehokkuushyödyistä johtuen Android-käyttöjärjestelmää käyttävällä mobiililaitteella.

5 ESIMERKKISOVELLUKSEN RAKENTAMINEN

Lisätyn todellisuuden sovelluksen luominen käyttäen Unity3D-pelimoottoria ja sen Vuforia-laajennusta ei ole kovin monimutkaista, mikäli kyseinen sovelluskehitysympäristö on ennestään tuttu. Joustavan kehitysympäristön avulla on mahdollista toteuttaa erilaisia lisätyn todellisuuden sovelluksia, ja Unity3D yhdistettynä Vuforiaan tarjoaa alustan, jolla luoda vahva taitopohja lisätyn todellisuuden sovelluskehityksestä.

Opinnäytetyötä varten päätettiin rakentaa lisätyn todellisuuden esimerkkisovellus demonstraatiotarkoituksiin. Esimerkkisovelluksen pohjalta pystyy luomaan monenlaisia interaktiivisia tuotteita: katalogeja, pelejä, interaktiivisia museo-oppaita, tai visualisointiratkaisuja esimerkiksi teollisuuden tarpeisiin.

5.1 Valmistelu

Aloitettaessa lisätyn todellisuuden sovelluksen kehittämistä Unity3D:tä käyttäen, tulee kehittäjän olla rekisteröitynyt Vuforia-kehittäjäksi. Rekisteröityminen kehittäjäksi avaa mahdollisuuden ladata Vuforian ja Unityn yhteiskäytön vaatimat laajennukset, sekä luoda target-kuvien tietokannan.

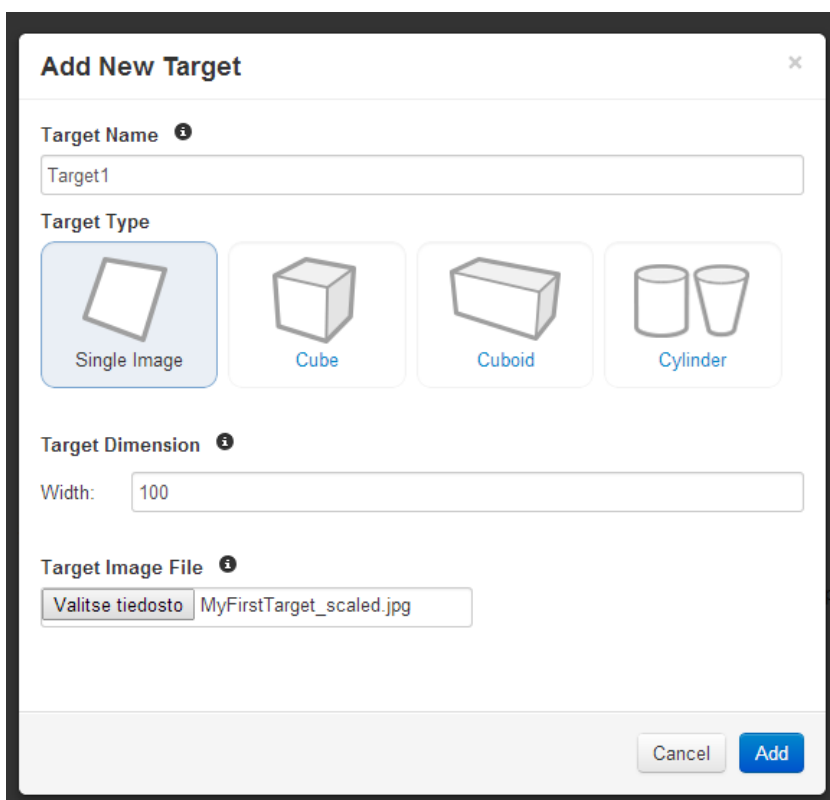
Käynnistettäessä uusi projekti Unity3D:ssä, tuodaan Vuforian developer-sivuilta ladattu .unitypackage –tiedosto käyttämällä Import custom package –toimintoa. Listaus näyttää paketin sisältämät tiedostot, ja niiden sijainnit hierarkiassa. Kaikki paketin sisältämät tiedostot on syytä valita ongelmattoman toiminnan takaamiseksi.

Unity tuo kyseisen paketin sisältämät tiedostot avoinna olevaan projektiin, ja Project-näkymään ilmaantuu neljä kansiota: Editor, Plugins, Qualcomm Augmented Reality ja StreamingAssets. Unity3D:n Vuforia-laajennus on valmis käytettäväksi, ja yläpalkkiin on luotu uusi Vuforia-välilehti.

5.1.1 Kohdekuvan luominen ja toimintojen valmistelu

Kohdekuvan luomiseksi tulee luoda tietokanta Vuforian developer-sivuilla Target manager –ympäristössä. Target manager päästää käyttäjän luomaan target-kuvia, jotka synnyttävät sovelluksessa esimerkiksi 3D-mallin, kuvan tai äänen. Mikäli kehittäjä esimerkiksi haluaa, että sovellus alkaa puhumaan käyttäjälle käyttäjän osoittaessa tiettyä kuvataideteosta, on kyseisen kuvataideteoksen (tai osan siitä) oltava target-kuvana.

Create database –toimintoa käyttämällä luodaan tietokanta sovelluksen käyttämille kuville. Tietokanta sisältää kaiken tiedon, jota sovellus tarvitsee käyttämistään targeteista. Tietokantaan pystyy luomaan kuvia Add target –toiminnolla, jolloin päästään valikkoon, jossa määritellään target-kuvan ominaisuudet. (Kuva 5)



Kuva 9. Valikko target-kuvan luomiseen.

Kuvalle annetaan nimi, ja valitaan Target Type –kohdasta Single Image. Vuorilla pystyy myös tekemään targetteja objekteista, jotka eivät ole tasaisia kuvia, vaan esimerkiksi suorakulmion tai sylinterin mallisia. Target Dimension -kohdassa annetaan kuvalle leveys, joka määrittelee miten iso kuva on suhteessa esimerkiksi siitä syntyvästä 3D-mallista. Valittaessa targetiksi tulevaa kuvaa, on syytä huomioida kuvan tunnistettavuus kameralle, millä on oma osansa ohjelman toimivuudessa.

Kuvaa ladattaessa koneelle luodaan tehdystä tietokannasta .unitypackage-tiedosto, joka sisältää myös ohjelmaan luodut kuvat. Paketti tuodaan projektiin Import package –toimintoa käyttäen, jolloin Project-välilehdelle ilmaantuu ImageTargetTextures-kansion alle aiemmin luodun tietokannan nimeä kantava kansio.

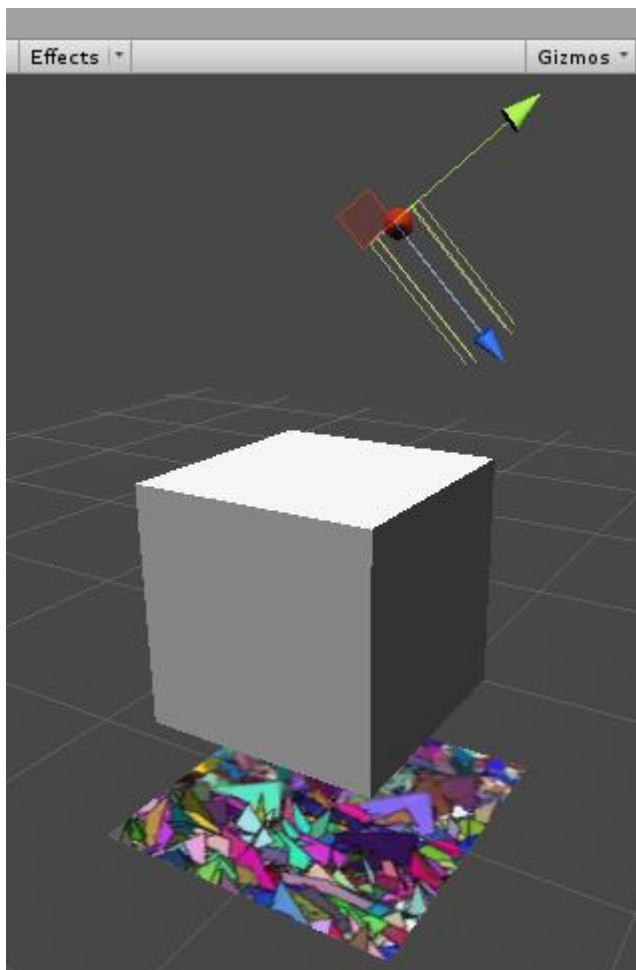
5.1.2 ARCamera

Hierarkiassa oleva Main Camera –objekti korvataan Prefabs-kansiosta löytyvällä ARCamera-objektilla. Sceneen tarvitaan vain yksi kamera, ja ARCamerasissa on valmiiksi kamera ja skriptit, joiden avulla näkymästä skannataan target-kuvia. Prefabs-kansiosta hierarkiaan tuodaan myös ImageTarget-objekti, johon piirtyy tietokannasta löytyvä target-kuva. ImageTarget-objektin komponenttina olevasta ImageTargetBehaviour-skriptistä löytyy muuttuja Data set, ja sen arvoksi löytyy alasetoalistasta valmiiksi aiemmin luotu tietokanta.

5.2 3D-objektin lisääminen kohdekuvaan

Seuraavaksi lisätään target-kuvalle 3D-objekti, jonka käyttäjä näkee katsoessaan kuvaan sovelluksessa kameran läpi. Demonstraatiotarkoituksiin voi käyttää Unitysta valmiina löytyviä gameobject-objekteja, tässä tapauksessa kuutiota.

Raahatessa Hierarchy-välilehdessä Cube-objekti ImageTarget-objektin päälle Cube-objekti siirtyy ImageTarget-objektin "lapseksi" ja seuraa target-kuvaa ja reagoi esim. kuvan paikan muutoksiin. Näin aina kun sovellus näkee kuvan, se osaa myös piirtää kuution kuvan päälle. Asetetaan Inspectorissa Cube-objektille paikaksi (Position) X 0, Y 75, Z 0, ja skaalaksi (Scale) X 75, Y 75, Z 75. Kuutio leijuu nyt hieman kuvan yläpuolella ja on leveydeltään hieman target-kuvaa pienempi.



Kuva 10. Kuutio-objekti valaistuna.

Kuution kolmiulotteisuus tulee paremmin esiin, mikäli siihen kohdistuu jostain kulmasta valoa. On siis syytä luoda Directional light –objekti, joka on Unityn oma yksinkertainen valo-objekti. (Kuva 6)

5.2.1 Liikkeen lisääminen objektiin

Sovelluksen staattisuutta saa vähennettyä lisäämällä esiin tulevaan objektiin ominaisuuksia, kuten liikettä. Lisätään kuutio-objektiin skriptikomponentti Inspector-välilehdellä, jolloin skripti avautuu Unity3D:n IDE:iin kuuluvaan MonoDevelop-editoriin. Skriptissä ei ole tällä hetkellä muuta kuin perusasiat, Start- ja Update-metodit. Start-metodiin lisätään asiat, jotka halutaan ajaa vain kerran, aloitettaessa skriptin suorittamisen ja Update-metodia kutsutaan kerran per ruudunpäivitys. (engl. per frame)

Lisätään Update-metodiin seuraava koodi:

```
transform.Rotate(Vector3.up * Time.deltaTime * 12,  
Space.World);
```

Kyseinen koodi kertoo objektille, että sen tahdotaan pyörivän (Rotate) akselinsa ympäri tiettyyn suuntaan (Vector3.up) 12 metriä sekunnissa (Time.deltaTime * 12), ja suunta tiedetään antamalla parametri (Space.World), joka määrittää, että käytetään Unityn normaalia koordinaattijärjestelmää. Tämän jälkeen ohjelman ajaessa kuutio pyörii hiljalleen target-kuvan päällä.

5.2.2 Äänen lisääminen objektiin

Sovellukseen voi lisätä myös ääntä. Käytännön sovelluksena mainittakoon esimerkiksi virtuaalinen museo-opas, jossa saatetaan haluta tietylle kuvalle selostus, eli kuvataideteosta osoitettaessa kuulee haluamallaan kielellä taustatietoa taideteoksesta ja sen tekijästä.

Äänen voi luoda edelliseen kuutio-objektiin komponentiksi, mutta sille voi myös tehdä oman tyhjän peliobjektin. Tässä tapauksessa tehdään ääni kuutio-objektin komponentiksi prosessin selkeyden vuoksi.

Play on awake –ominaisuus otetaan pois päältä, jotta sovellus ei soita ääntä sovelluksen käynnistyessä. Sovelluksen on kuitenkin tiedettävä, missä kohtaa

äänen voi soittaa, tämän aikaansaamiseksi tarvitaan uusi komentosarja. (engl. script)

Ennen Start-metodia julistetaan muuttuja:

```
public AudioSource ÄänenNimi;
```

Jossa "ÄänenNimi" on valitsemasi ääninäytteen nimi. Lisäksi kirjoitetaan Update-metodin aaltosulkujen sisään seuraavat rivit:

```
ÄänenNimi = (AudioSource)gameObject.AddComponent("AudioSource");
audio.Play();
```

missä annetaan ÄänenNimi-muuttujalle tieto äänestä, joka tulee AudioSource-komponentista, ja soitetaan ääni audio.Play-komennolla.

Sovellus ei kuitenkaan vielä tiedä, missä kohdassa ääni pitäisi soittaa, joten tällä hetkellä se soittaa äänen ensimmäisellä ruudunpäivityksellä. Äänen pitäisi kuitenkin soida käyttäjän painaessa ruutua, kun kuutio on näkyvillä. Tähän tarkoitukseen luodaan if-lause:

```
if (renderer.enabled) {
    if (Input.GetMouseButtonDown(0)) {
        ÄänenNimi = (AudioSource)gameObject.AddComponent("AudioSource");
        audio.Play(); }
    }
```

5.3 Käyttöliittymä ja sovelluksen rakentaminen

Sovellus on käyttäjälle paljon mielenkiintoisempi, mikäli käyttäjä pääsee itse vaikuttamaan asioihin. Luodaan siis yksinkertainen käyttöliittymä, jolla käyttäjä pääsee vuorovaikutukseen objektin kanssa.

Avataan editorissa aiemmin kuution liikuttamiseen luotu skripti, josta muutetaan aiemmin Update-metodiin tehdyn vauhdin kertoimen muuttujaksi "speed", jolloin pyörimisvauhti julistetaan metodin ulkopuolella.

```
transform.Rotate(Vector3.up * Time.deltaTime * speed,
Space.World);
```

Nyt sovellus ei kuitenkaan tiedä vauhtia, joten julistetaan muuttuja "speed" ennen Start-metodia skriptissä kirjoittamalla "public int speed = 12;". Näin sovellus tietää, mitä vauhtia kuutiota tulee pyörittää.

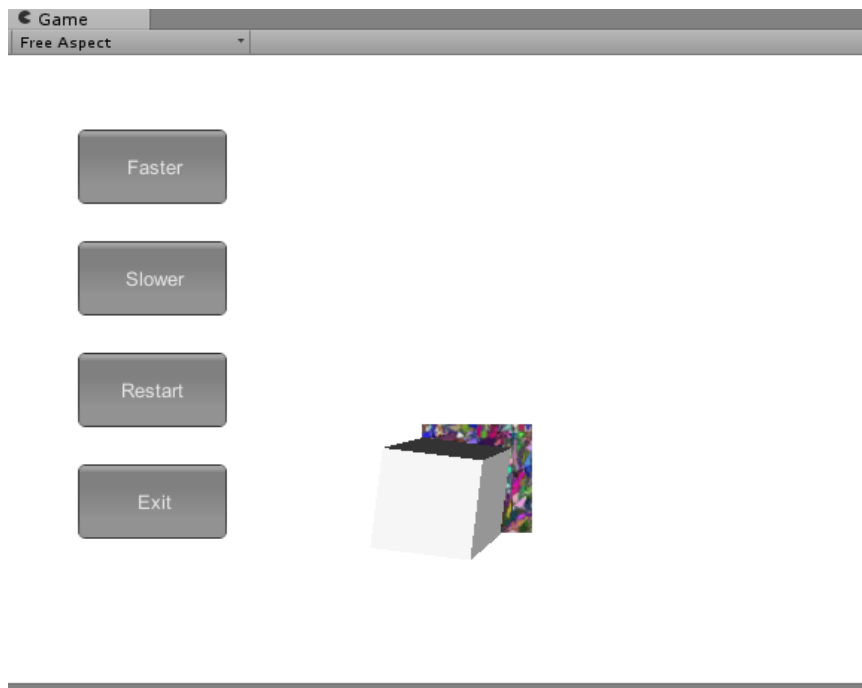
Lisätään metodin Update jälkeen seuraava metodi skriptiin:

```
void OnGUI ()
{
    if (renderer.enabled)
    {
        if (GUI.Button (new Rect (50, 50, 100, 50),
"Faster"))
        {
            speed = speed + 10;
        }
        if (GUI.Button (new Rect (50, 125, 100, 50),
"Slower"))
        {
            speed = speed - 10;
        }

        if (GUI.Button (new Rect (50, 200, 100, 50), "Re-
start"))
        {
            Application.LoadLevel (0);
        }
    }
    if (GUI.Button (new Rect (50, 275, 100, 50), "Exit"))
    {
        Application.Quit ();
    }
}
```

millä luodaan sovellukseen erillinen OnGUI-metodi, jonka avulla luodaan neljä painiketta sovellukseen: "Faster", "Slower", "Restart" ja "Exit". (Kuva 7) Kolme

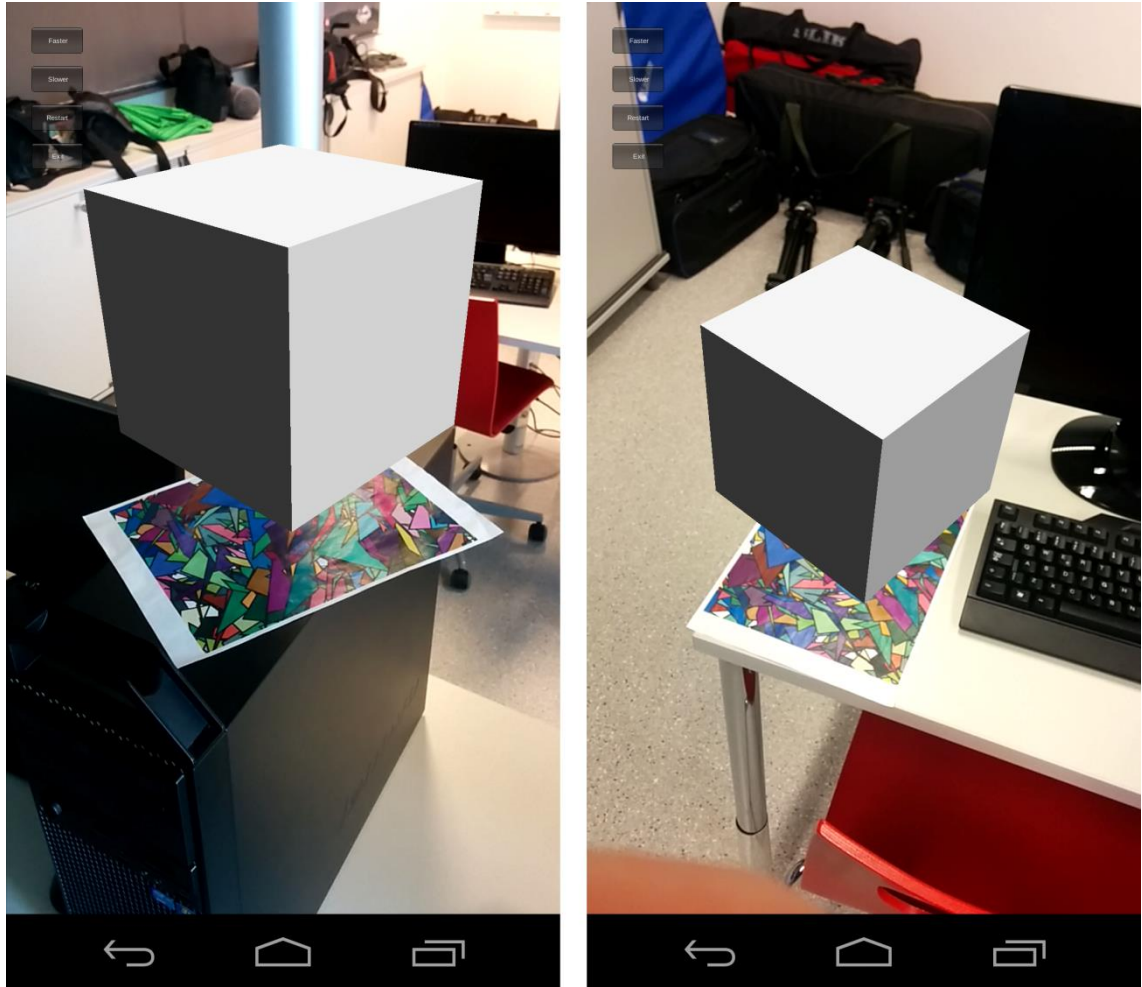
ensin mainittua nappia esiintyvät ainoastaan, kun peli huomaa target-kuvan, mutta Exit-nappula on ruudulla koko ajan, jotta sovelluksesta pääsee poistumaan vapaasti.



Kuva 11. Käyttöliittymäpainikkeet.

Painamalla Faster-painiketta saa kuution pyörimään entistä lujempaa myötäpäivään, ja Slower-painikkeesta saa vauhtia hidastettua miinusmerkkiseksi asti. Restart-painikkeesta sovellus lataa itsensä uudestaan, ja Exit-painikkeesta käyttäjä pystyy poistumaan sovelluksesta.

Sovelluksen voi rakentaa eli koota mobiililaitteen ymmärtämäksi asennustiedostoksi käyttämällä Unityn build-työkalua. Rakennettaessa Androidin käyttämää .apk-tiedostoa tulee tietokoneessa olla Unity3D:n lisäksi asennettuna Android SDK. Sovelluksen voi tämän jälkeen suorittaa mobiililaitteessa. (Kuva 8)



Kuva 12. Valmis esimerkkisovellus piirtää kuution tulostetun target-kuvan päälle.

Lisätyn todellisuuden sovellus on valmis, ja osaa piirtää target-kuvan päälle kuution, jonka kanssa käyttäjä pääsee vuorovaikutukseen.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä selvitys lisätyn todellisuuden tilasta alana, sekä sen käyttämistä visualisoinnin keinona sovelluksissa. Tutkimusongelma liittyi lisätyn todellisuuden sovellusmahdollisuuksiin rakennusteollisuudessa, ja opinnäyteprojektin lopputuotteena rakennettavaan visualisointisovellukseen rakennusteollisuuden käyttöön.

Opinnäytetyön Premode Oy:n toimeksiantona toteuttava tutkimus- ja toteutusosa on sujunut aikataulun sekä projektisuunnitelman mukaisesti. Projektin lopputuote on opinnäytetyön osalta valmis toukokuussa 2014. Projektin tavoitteisiin päästiin aikataulun puitteissa, ja sovellusta markkinoidaan alan toimijoille. Mikäli projekti jatkuisi, olisi seuraava askel tutustua ulko- ja sisäpaikannuksen mahdollisuuksiin lisätyn todellisuuden visualisointisovelluksien kehityksessä. Tutkimuksen alle voisi myös ottaa, miten lisätyn todellisuuden voisi puuttavan teknologian avulla saada yksittäisten rakennusmiesten avuksi tehostamaan rakennusprosessia, sekä vähentämään rakennusvirheitä ja työtaturmia.

Opinnäytetyössä esitellyn esimerkkisovelluksen kaltaisilla yksinkertaisilla mutta tarkoituksenmukaisilla sovelluksilla voidaan tarjota yrityksille nopea väylä luoda immersiiivisiä ja näyttäviä visualisointisovelluksia varsin vaivattomasti ja kustannustehokkaasti. Aktiivisella markkinoinnin ja tietoisuuden kasvattamisen avulla on mahdollista saada lisätyn todellisuuden sovellukset lyömään läpi myös kansallisella tasolla.

Mahdollisuudet lisätyn todellisuuden sovellutuksiin ovat suuret. Lisätty todellisuus ei ole konseptina tai alana enää nuori, mutta sen suurimmat ajat ovat vielä edessä. Kuluttajateknologian viimeisimmät saavutukset ovat saaneet aikaan sen, että lisätyn todellisuuden sovelluksien käyttäminen on mahdollista suurelle yleisölle yleistyneillä laskentatehokkailla älypuhelimilla. Alalla on suuri potentiaali muuttaa ihmisten arkea helpommaksi, ja myös viihdekäyttö sekä

käyttö eri teollisuuksien apuvälineenä tarjoaa alalle suuria mahdollisuuksia suureen kasvuun tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- [1] Gabo Mullen, T. 2011. Prototyping Augmented Reality. Hoboken: Sybex.
- [2] Wikipedia 2014. Augmented Reality. Viitattu 10.4.2014
en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality
- [3] Bates-Brkljac, N. 2012. Computer Science, Technology and Applications: Virtual Reality. New York: Nova Science Publishers.
- [4] IMDb 2014. Cyberman (2002). Viitattu 11.4.2014 www.imdb.com/title/tt0301145/
- [5] Technical University Eindhoven 2014. History of HCI. Viitattu 11.4.2014
<http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/presentations/hci-history/tsld096.htm>
- [6] Wikipedia 2014. ARToolKit. Viitattu 11.4.2014 en.wikipedia.org/wiki/ARToolKit
- [7] Augmented World Expo 2014. About Augmented World Expo. Viitattu 11.4.2014
<http://augmentedworldexpo.com/about/>
- [8] Phandroid 2014. Layar app for Google Glass takes the wearable to the next level. Viitattu 14.4.2014 <http://phandroid.com/2014/03/22/layar-ar-app-google-glass/>
- [9] Quartz 2014. True augmented reality is coming to Google Glass – along with ads. Viitattu 14.4.2014 <http://qz.com/181278/blippar-augmented-reality-is-coming-to-google-glass-along-with-ads>
- [10] Juniper Research 2014. Over 2.5 billion mobile augmented reality apps to be installed per annum by 2017. Viitattu 14.4.2014
<http://www.juniperresearch.com/viewpressrelease.php?pr=334>
- [11] Butchart, B. 2011. Augmented reality for smartphones. Bath: University of Bath.
- [12] Navab, N. 2004. Developing Killer Apps for Industrial Augmented Reality. München: Technische Universität München.
- [13] Livingston, M. 2011. Military Applications of Augmented Reality. Washington, DC: Naval Research Laboratory.
- [14] Technische Universität München 2014. A Look into the Body – Augmented Reality in Computer Aided Surgery. Viitattu 22.4.2014 <http://www.in.tum.de/en/research/research-highlights/augmented-reality-in-medicine.html>
- [15] IKEA 2014. A Nation of Space Cadets. Viitattu 22.4.2014
http://www.ikea.com/gb/en/about_ikea/newsitem/nation_of_space_cadets
- [16] Google Play 2014. Paintball. Viitattu 22.4.2014
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mambo.paintball>
- [17] Wikipedia 2014. Vuforia Augmented Reality SDK. Viitattu 23.4.2014
http://en.wikipedia.org/wiki/Vuforia_Augmented_Reality_SDK
- [18] McLellan, H. 1996. Handbook of research for educational communications. McLellan Wyatt Digital.
- [19] Friedrich, W. 2002. ARVIKA-Augmented Reality for Development, Production and Service. Nürnberg: Siemens AG.

- [20] Wikimedia Commons 2010. Augmented GeoTravel for iPhone 3GS uses augmented reality to display informations.
- [21] Ted Eytan 2013. How it looks like wearing Google Glass.
- [22] Liam Chang 2010. Nintendo 3DS "Target Shooting" hands-on augmented reality technology demonstration (with autostereoscopic effect) at the 2010 Electronic Entertainment Expo. New York.
- [23] Vlahakis, Garikhiannis ym. 2002. ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites. Intracom.
- [24] VTT 2008. Augmented Reality for Building and Construction (AR4BC). Viitattu 20.5.2014 http://virtual.vtt.fi/virtual/proj2/multimedia_old/projects/AR4BC%20slides-2008-06.pdf
- [25] Wikimedia Commons 2005. Photograph taken by a pilot on the VFA-151 of the HUD of a F/A-18C.
- [26] Army-technology.com 2014. Land Warrior Integrated Soldier System, United States of America. Viitattu 29.5.2014 http://www.army-technology.com/projects/land_warrior/
- [27] Wikimedia Commons 2007. Sgt. Philip Morici models the improved Land Warrior individual Soldier combat system at a military equipment exhibit held in the Rayburn House Office Building in Washington, D.C., June 6.
- [28] Wikitude 2014. Awards. Viitattu 30.5.2014 <http://www.wikitude.com/about/awards/>
- [29] ARToolKit 2014. Viitattu 27.5.2014 <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [30] Kickstarter 2014. Codex Interactivus - Bringing Leonardo To Life! by ARToolworks Inc. Viitattu 30.5.2014 <https://www.kickstarter.com/projects/artoolworks/codex-interactivus-bringing-leonardo-to-life>
- [31] Xloudia 2014. Cloud+AR = Xloudia. Viitattu 30.5.2014 <http://xloudia.com/>

Liitteen otsikko

(Aloita liitteen 1 leipätekstin kirjoittaminen tästä Normaali-tyylillä. Jos työhösi ei tule liitteitä, poista koko sivu alla kuvatulla tavalla.)

Liitesivun poistaminen

Poista ensin osan 3 ylätunniste seuraavasti: Vie kohdistin sille sivulle, jossa poistettava liite on. Valitse Lisää-välilehdeltä Ylätunniste/Muokkaa ylätunnistetta. Vaihtoehtoisesti voit kaksoisnapsauttaa hiirellä Liitteen ylätunnisteen päällä, jolloin se aktivoituu. Valitse Ylä- ja alatunnistetyökalujen Rakenne-välilehden Siirtyminen-ryhmästä toiminto "Linkitä edelliseen" ja valitse Kyllä. Osan 3 ylätunnisteeksi vaihtuu sama kuin edellisessä tekstiosassa eli osassa 2. Sulje ylä- ja alatunniste. Poista lopuksi osa 3, jossa on esimerkkiliite.