

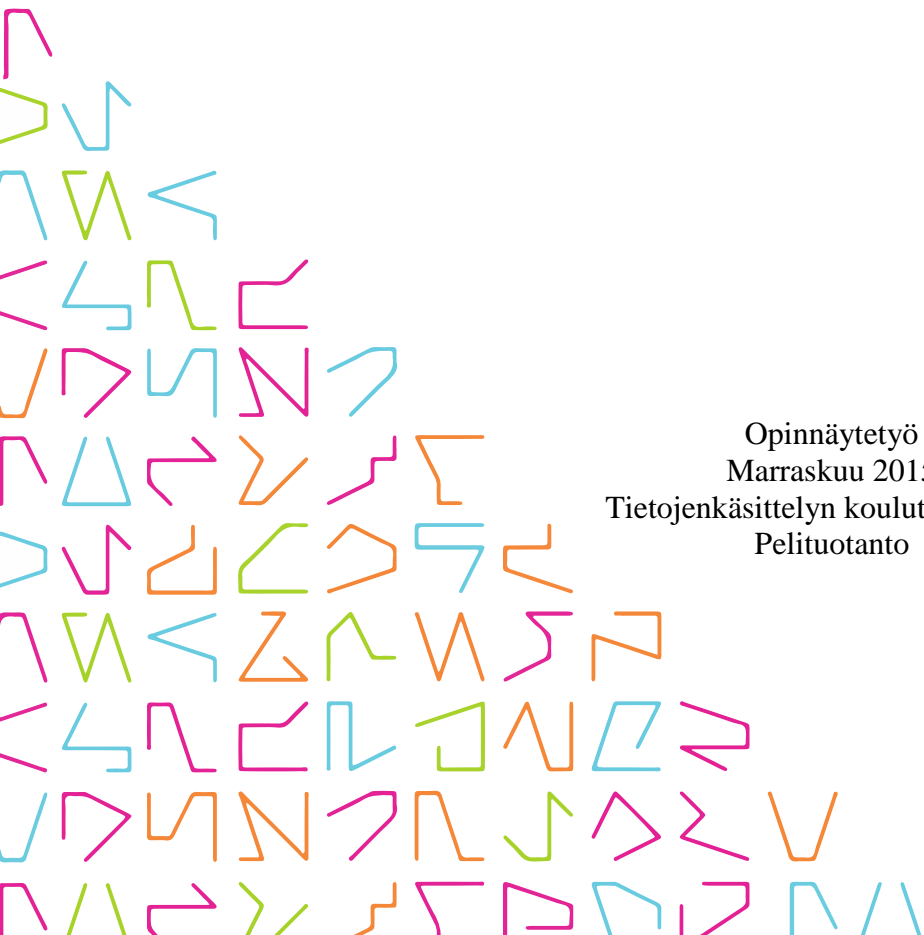


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

LISÄTTY TODELLISUUS MOBIILI- PELINKEHITYKSESSÄ

Satu Kallio

Opinnäytetyö
Marraskuu 2015
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Pelituotanto



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Pelituotanto

KALLIO, SATU:

Lisätty todellisuus mobiilipelinkehityksessä

Opinnäytetyö 28 sivua
Marraskuu 2015

Työn toimeksiantajana oli tamperelainen peli- ja ohjelmistoyritys Rimeforge Entertainment. Tavoitteena oli tarjota toimeksiantajalle kattava kuva lisätyn todellisuuden mahdollisuuksista mobiilipelinkehityksessä sekä toimia inspiroijana teknologian hyödyntämiseen. Tutkimuksen kohteeksi valittiin erityisesti Unity-pelinkehitysohjelmisto ja Vuforia-laajennus. Tarkoituksena oli perehtyä mahdollisimman monipuolisesti Vuforian eri ominaisuuksiin havainnollistavien esimerkkisovellusten avulla.

Raportissa selvitetään lisätyn todellisuuden tämänhetkinen tilanne sekä luodaan katsaus teknologian tulevaisuudennäkymiin. Esimerkkiprojektia voidaan jatkossa hyödyntää peli-ideoiden kehittelyyn nopeasti toteutettavien prototyypin avulla.

Vuforia-laajennus todettiin monipuoliseksi ja toimeksiantajan näkökulmasta helposti lähestyttäväksi työkaluksi lisätyn todellisuuden sovellusten luomiseen. Jatkotutkimuksena voitaisiin selvittää muiden saatavilla olevien Unity-laajennusten ominaisuuksia ja verrata niitä Vuforian työkaluihin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Business Information Systems
Game Development

KALLIO, SATU:
Augmented Reality in Mobile Game Development

Bachelor's thesis 28 pages
November 2015

The purpose of this thesis was to offer a comprehensive view of the potential of augmented reality in mobile game development. The client was a software company called Rimeforge Entertainment which uses Unity game engine in their game projects. Among the augmented reality extensions available for Unity, Vuforia was found to be the most fully featured and was chosen for this study. The objective was to explore features of Vuforia through simple example applications.

The theoretical section gives an overview of augmented reality at present and discusses expectations for the technology in the future. The example project could be used for prototyping quick augmented reality game ideas.

From the company's point of view the Vuforia extension was found to be an easy to use tool for developing augmented reality apps. One interesting subject for future research would be a comparison of Vuforia to other available Unity extensions.

Key words: augmented reality, Unity, Vuforia

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LISÄTTY TODELLISUUS	7
2.1	Mitä on lisätty todellisuus.....	7
2.2	Lisätty todellisuus ja älypuhelimet	7
2.3	Miten AR toimii.....	9
2.4	Lisätyn todellisuuden sovellukset.....	9
2.5	Lisätty todellisuus peleissä	11
3	UNITY-PELINKEHITYSOHJELMISTO	12
3.1	Unity yleisesti	12
3.2	Vuforia Augmented Reality SDK.....	12
3.3	Vuforia-laajennuksen käyttöönotto.....	13
4	TUTUSTUMINEN VUFORIAN OMINAISUUKSIIN.....	14
4.1	Miten Vuforia tunnistaa kohdekuvia	14
4.2	Kohteen tuominen Unityyn.....	15
4.3	Extended Tracking – Seurannan jatkaminen ilman kohdetta	16
4.4	Laatikon tunnistaminen.....	17
4.5	Fyysisen objektin käyttö kohteena.....	19
4.6	Koodikehykset	21
4.7	Tekstin tunnistaminen.....	21
4.8	Smart Terrain	22
4.9	Toiminnallisuuden lisääminen	24
5	POHDINTA.....	25
	LÄHTEET.....	27

LYHENTEET JA TERMIT

AR	Lisätty todellisuus (Augmented Reality).
VR	Virtuaalinen todellisuus (Virtual Reality).
Collider	Unityn komponentti, joka mahdollistaa törmäysfysiikat.
Game Object	Unityssä käytettävä rakennuspalikka kuten 3D-malli tai tekstitiedosto.
Kohde	Seuranta-algoritmin tunnistama kuvio. Englanninkielisiä vastineita ovat target, trackable ja marker.
Koodikehys	Vuforiaan seurantaan tarjoama koodikuva (Frame Marker).
Prefab	Game Objectista tallennettu muotti, jonka muokkaaminen vaikuttaa kaikkiin muotista tehtyihin kopioihin.
Scene	Unityn käyttämä Scene-tiedosto sisältää kulloisenkin näytävän Game Objectit.
SDK	Sovelluskehityspaketti (Software development kit).
Seuranta	Virtuaalisen sisällön suhde fyysiseen maailmaan (tracking).
Skripti	Game Objectiin liitettävä koodikomponentti.
vanhempi-lapsi suhde	Game Object asetetaan lapseksi Unityn hierarkiapaneelissa vetämällä se toisen objektin alle. Tällöin esimerkiksi lapsiobjektin sijainti on suhteessa vanhemman sijaintiin.
Älylasit	Kasvoille puettava tietokone, joka tuottaa informaatiota käyttäjän näkökenttään.

1 JOHDANTO

Lisätty todellisuus on juuri nyt pinnalla. Suuret ja pienemmät yritykset ovat lähteneet kisaamaan AR-teknologian kehittelystä ja älylasien odotetaan korvaavan älypuhelimet tulevaisuudessa. Tällä hetkellä suurin potentiaalinen AR-sovellusten käyttäjäryhmä on kuitenkin älypuhelinkäyttäjät, mikä näkyy opinnäytetyöni aiheen rajauksessa. Näkökulma lisätystä todellisuudesta osana pelinkehitystä on valittu siksi, että usein juuri pelaajat ovat ensimmäisinä omaksumassa uusia teknologioita.

Työn toimeksiantajana on tamperelainen peli- ja ohjelmistoyritys Rimeforge Entertainment, joka on jo jonkin aikaa suunnitellut AR-elementtien hyödyntämistä peleissään. Toimeksiantajan peliprojekteissa käytetään Unity-pelinkehitysohjelmistoa, joka oli itselleni ennestään tuttu kehitysympäristö ja näinollen luonteva valinta työn toteuttamiseen. Eri-laisista Unity-laajennuksista Vuforia oli työn aloittamishetkellä monipuolisin vaihtoehto AR-sovellusten luomiseen. Luvussa kolme esitellään Unity ja Vuforia yleisesti.

Tavoitteena työllä on tarjota toimeksiantajalle ja muille aiheesta kiinnostuneille kattava kuva lisätyn todellisuuden teknologian tarjoamista mahdollisuuksista, sekä luoda inspiraatiota AR-sovellusten tuottamiseen. Raportin luvussa kaksi selvitetään lisätyn todellisuuden määritelmä, sekä muuta termistöä. Lisäksi tutustutaan lisätyn todellisuuden tämänhetkiseen tilanteeseen ja tulevaisuudennäkymiin.

Työn tarkoituksena on perehtyä mahdollisimman monipuolisesti Vuforian eri ominaisuuksiin, joita käyn läpi havainnollistavien esimerkkisovellusten avulla luvussa neljä. Alaluvuissa 4.1–4.2 selvitetään Vuforian yleisiä toimintaperiaatteita ja alaluvuissa 4.3–4.9 paneudutaan Vuforian tarjoamiin ominaisuuksiin.

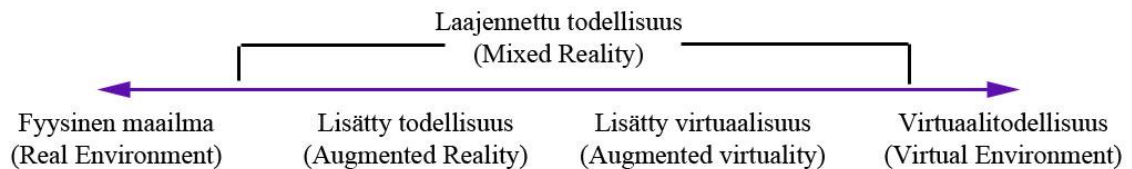
Työn teoriaosuudessa on käytetty lähteinä verkkokirjastoista löytyneitä teoksia, jotka ovat alle viisi vuotta vanhoja. Vaikka kirjat ovat uusia ne perustuvat pääosin jo 90-luvulla esiteltyyn termistöön. Muina verkkolähteinä käytettiin pääasiassa Qualcommin integraatio-oppaita ja dokumentaatiota. Lisäksi työssä viitataan lisättyyn todellisuuteen ja pelialaan erikoistuneen konsulttiyrityksen Digi-Capitalin laatimaan ennusteeseen. Digi-Capital konsultoi kansainvälisiä yrityksiä kuten Microsoft, Google ja King.

2 LISÄTTY TODELLISUUS

2.1 Mitä on lisätty todellisuus

Yksinkertaisimmillaan lisätty todellisuus (augmented reality) eli AR voidaan määrittellä kolmen ominaisuuden avulla: yhdistää fyysisen ja virtuaalisen, on vuorovaikutteinen reaaliaikaisesti ja informaation sijainti määräytyy suhteessa fyysiseen maailmaan (Azuma 1997). Käytännössä virtuaalinen sisältö on riippuvainen havainnoitsijan perspektiivistä ja sijainnista, jolloin esimerkiksi 3D-elokuvat jäävät käsitteen ulkopuolelle.

Lisätyn todellisuuden sovelluksissa fyysistä ympäristöä ei yritetä sulkea pois, mikä erottaa sen virtuaalitodellisuudesta. Kuvassa 1 näkyy Paul Milgramin vuonna 1994 esittämä virtuaalisuusjatkumo, jossa lisätty todellisuus ja lisätty virtuaalisuus on kuvattu osaksi laajennettua todellisuutta (mixed reality). Milgramin mukaan lisätyssä todellisuudessa fyysistä maailmaa laajennetaan virtuaalisilla elementeillä ja lisätyssä virtuaalisuudessa virtuaaliseen maailmaan tuodaan fyysisiä elementtejä. (Childs & Kuksa 2014.)



KUVA 1. Milgramin jatkumossa lisätty todellisuus nähdään osana laajennettua todellisuutta. (Childs & Kuksa 2014).

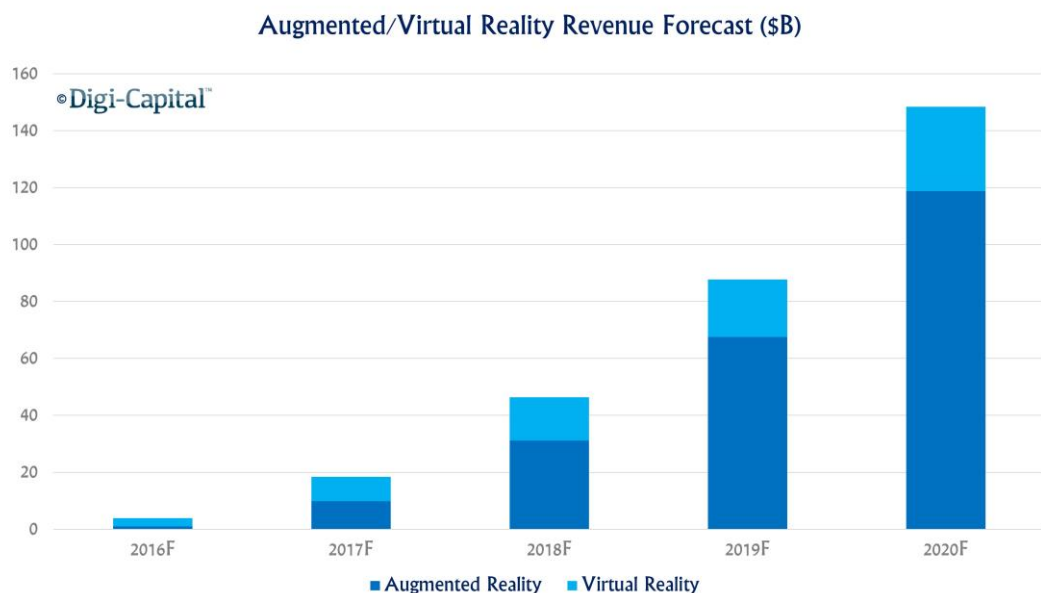
2.2 Lisätty todellisuus ja älypuhelimet

Lisätty todellisuus ajatuksena ei ole mikään uusi. Konsepti on tuttu jo 80-luvun scifikulttuurista, kuten elokuvista *Terminaattori* (1984) ja *RoboCop* (1987), joissa kyborgien näkökenttään on lisätty graafista sisältöä. Varsinaista AR-teknologiaa ruvettiin kehittää 90-luvulla, mutta kalliit ja kömpelöt laitteet jäivät suuren yleisön ulottumattomiin. (Mullen 2011.) Koska AR vaatii teknologialta paljon, vasta nykyinen älypuhelimien aika-

kausi mahdollistaa lisätyn todellisuuden sovellusten tuottamisen massojen saataville ensimmäistä kertaa. Älypuhelin sisältää tarvittavat sensorit, kameran, prosessoimiseen tarvittavan tehon ja se kulkee mukana kaikkialle. (Cushnan & El Habbak 2013.)

Suuret yritykset kuten Google, Microsoft ja Qualcomm ovat satsanneet huomattavasti rahaa AR:n tulevaisuuteen. Microsoft kehittää HoloLens-älylaseja ja Googella on työn alla Google Glass, jonka prototyyppiä on ollut myös kaupallisesti saatavilla. Qualcomm optimoi valmistamiaan mobiililaitteiden järjestelmäpiirejä AR:ää silmällä pitäen, sekä kehitti Vuforia-työkalun AR-sovellusten tuottamiseen. Myös Apple on osoittanut kiinnostusta aiheeseen ostamalla AR-yhtiö Metaion. Lisäksi on useita pienempiä yrityksiä kehittämässä omia älylasejaan, joista lupaavimpia ovat CastAR ja Magic Leap. Älylaseja on kuitenkin kritisoitu yksityisyydensuojan puutteesta, sillä niillä on helppo nauhoittaa videokuvaa kohteen tietämättä.

Kuvassa 2 Digi-Capital ennustaa lisätyn todellisuuden markkinaosuudeksi 120 miljardia vuonna 2020. AR:n räjähdysmäistä ennustetta voitaneen selittää älylasien ja AR-sovellusten yhteydellä mobiilimarkkinoihin, kun taas virtuaalitodellisuuden teknologia nähdään konsoleihin verrattavana tuotteena, jonka tulot löytyvät peleistä, elokuvista ja teemapuistoista.



KUVA 2. Digi-Capitalin ennustus AR:n ja VR:n markkinaosuuksista lähitulevaisuudessa (Digi-Capital 2015)

2.3 Miten AR toimii

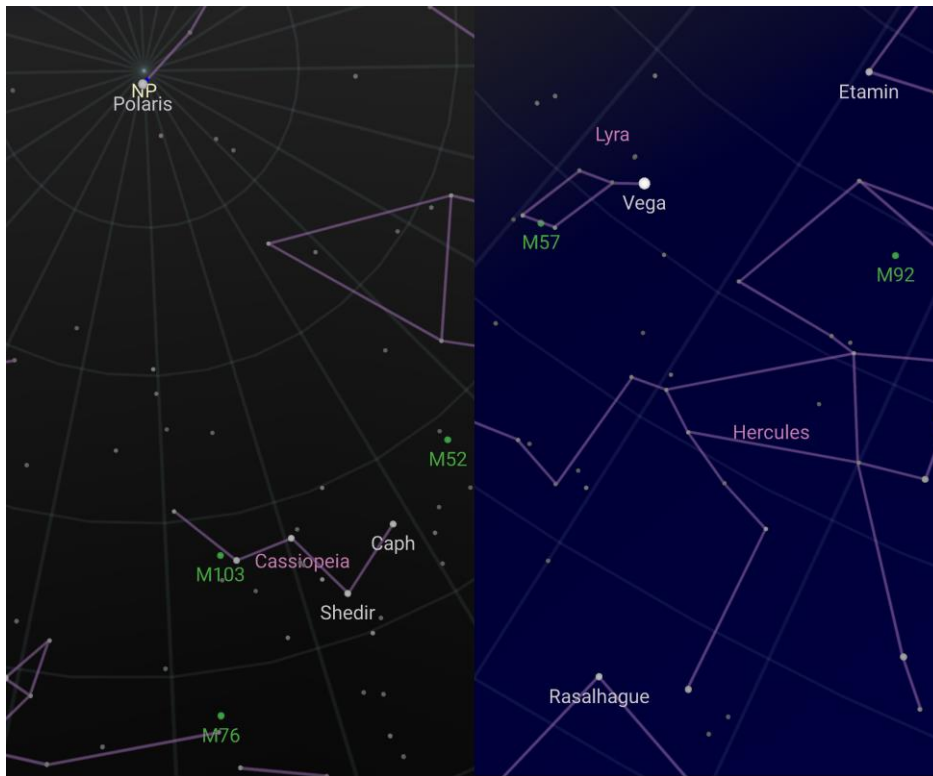
AR-tekniikalle sopivia laitteita ovat älypuhelimet, tabletit, web-kamerat, älylasit ja projektorit. Lisätyn todellisuuden sovellusten kyky tunnistaa ympäröivää maailmaa perustuu sensoreihin, kameraan (computer vision) tai näiden yhdistelmiin. Yleisesti käytettyjä sensoreita sijainnin ja suunnan määrittämiseen ovat GPS, kiihtyvyyssmittari, magnetometri ja gyroskooppi. Esimerkki sensoreihin perustuvasta sovelluksesta on AR-selaimeksi luokiteltu Wikitude, joka tarjoaa visuaalista informaatiota käyttäjän lähiympäristöstä. (Grubert & Grasset 2013.)

Virtuaalisen sisällön sijainnin määrittämistä suhteessa fyysiseen maailmaan kutsutaan seurannaksi (tracking) (Cushnan & El Habbak 2013). Kameraa käyttävät tunnistusalgoritmit perustuvat tietynlaisen kohteen seuraamiseen. Erilaisia määrättyjä kohteita ovat QR-koodit, koodikehykset ja valokuvat. Lisäksi on vapaammin määrättyjä kohteita kuten kasvot, rakennusten siluetit tai värit.

Älylaseissa käytetään yleisimmin kahta teknologiaa, joita ovat video see-through- (VST) ja optical see-through-näytöt (OST). Kuten lisätyn todellisuuden mobiilisovelluksissa, VST-näytöltä katsotaan videokuvaa, johon lisätään virtuaalista sisältöä. Sitä vastoin OST-näyttö on osittain läpinäkyvä ja virtuaalisen ja fyysisen sisällön yhdistäminen tapahtuu tietokoneen ruudun sijaan käyttäjän verkkokalvolla. (Grubert & Grasset 2013.)

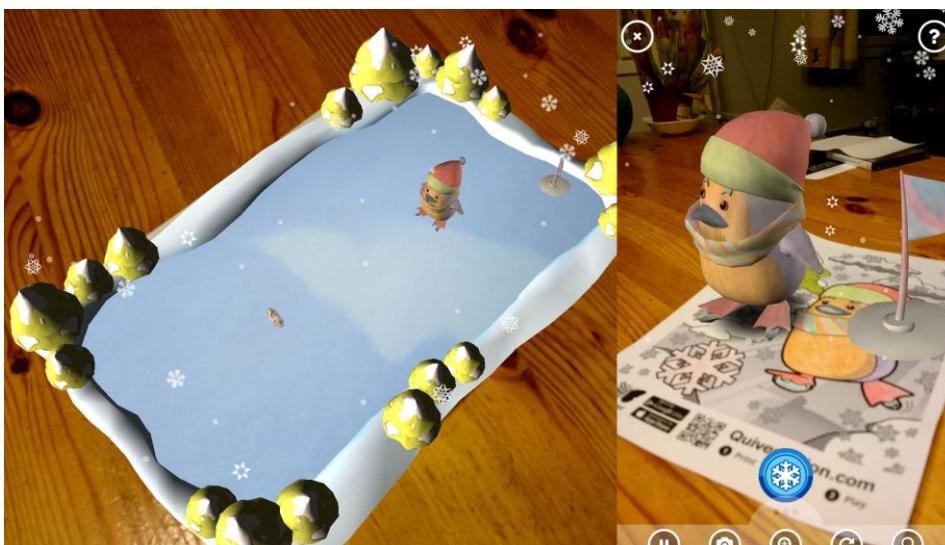
2.4 Lisätyn todellisuuden sovellukset

Lisätyn todellisuuden sovelluksia tullaan jatkossa näkemään varmasti enemmän. AR-tekniikan sovellusalueita ovat muun muassa koulutus, arkkitehtuuri, lääketiede, taide, mainonta, turismi ja viihde. Jo nyt esimerkiksi Ikean tuotteiden sopivuutta kotiin on mahdollista kokeilla AR-sovelluksessa sijoittamalla virtuaalisia huonekaluja haluttuun paikkaan kotia. Tähtikuvioiden tunnistamisen avuksi on kehitelty useita sovelluksia, joista suosituimpia on alun perin Googlen kehittämä Sky Map (kuva 3). Nykyään sovelluksen kehittäminen jatkuu avoimen lähdekoodin projektina.



KUVA 3. Sky Map -sovellus auttaa tunnistamaan tähtiä. (Sky Map 1.6.4 2011)

Googlen 2014 ostama World Lens -sovellus päivitti Google-kääntäjän reaaliaikaiseen kielen kääntämiseen kameran avulla. Lisäksi sovellustyyppejä löytyy AR:ää sisältävistä kirjoista AR-peileihin, joissa käyttäjät saavat yleen virtuaalisia asusteita tai elementtejä. Sovellusten kirjoon kuuluu esimerkiksi värityskuvia tarjoava Quiver, jossa väritytty kuva näkyy virtuaalisena animoituna 3D-hahmona (kuva 4). Sovellukseen on saatu myös interaktiivisuutta mahdollisuudella kerätä kyseisellä hahmolla lumihutaleita aikarajan puitteissa.

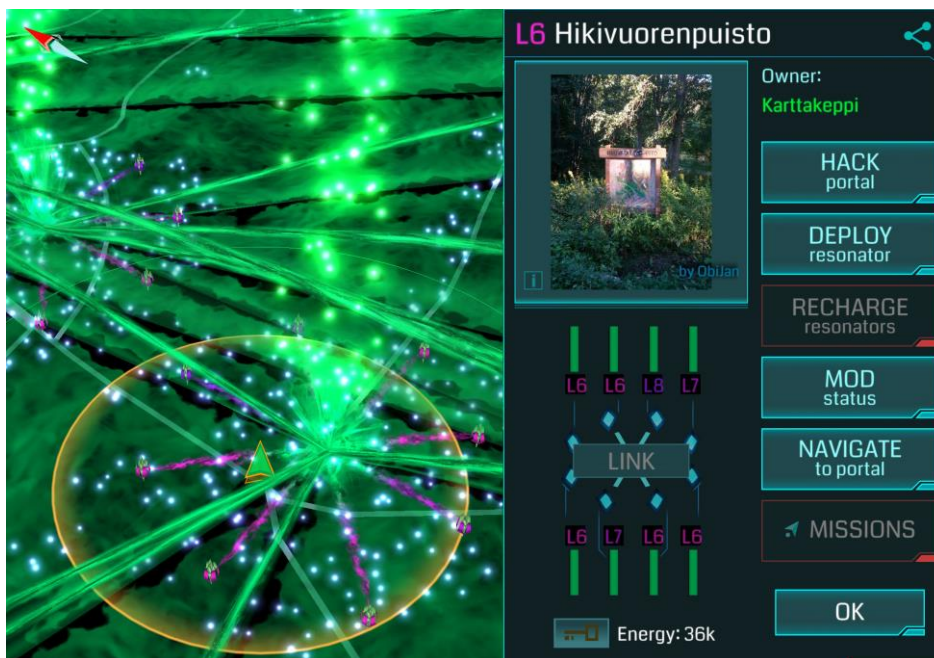


KUVA 4. Quiver-värityssovellus (Quiver 3.3 2015)

2.5 Lisätty todellisuus peleissä

Nardonen ja Silvan (2015) mukaan alkuvuonna AR-pelien tarjonta on ollut vähäistä, Playstation Vitalle ja iOS:lle löytyy muutamia pelejä, kun taas Androidille tarjonta on lähes olematonta. Pelintekijöille tämä on mahdollisuus erottua joukosta. Omasta kokemuksestani tarjonnan vähyys pitää vielä kirjoittamishetkelläkin paikkansa.

Ensi vuonna ilmestytävä Pokémon Go saattaa nostaa AR-pelaamisen suuren yleisön tietoisuuteen. Pelin kehittäjänä toimii Niantic, Inc., jonka massiivinen monen pelaajan verkkopeli Ingress on tällä hetkellä vakuuttavin esimerkki AR-pelaamisen tulevaisuudesta. Älypuhelimilla pelattavaa scifipeliä on ladattu jo yli 12 miljoonaa kertaa. Pelistä löytyy kaksi vastakkaista puolta, joiden tehtävänä on valloittaa virtuaalisia alueita fyysiseen sijaintiin perustuen.



KUVA 5. Pelikuvaa suositusta Ingress-scifipelistä (Ingress 1.83.5 2015)

3 UNITY-PELINKEHITYSOHJELMISTO

3.1 Unity yleisesti

Unity Technologiesin kehittämä Unity3D eli Unity on ammattitason pelimoottori 2D- ja 3D-videopelien tuottamiseen. Etulyöntiaseman markkinoilla takaa Unityn perusversion saatavuus ilmaiseksi sekä monipuolinen, helposti lähestyttävä visuaalinen editori. Jo 4 miljoonaa käyttäjää takaa vertaistuen erilaisiin ongelma-kohtiin törmätessä. Tärkeimpiin vahvuuksiin kuuluu myös ohjelmiston alustariippumattomuus. Unityn tukemia alustoja ovat muun muassa Android, iOS, Windows Phone 8, Web-selaimet, Windows, Mac, Linux, Xbox One, Playstation 4, Samsung Smart TV ja virtuaalitodellisuuslaitteet Oculus Rift ja Gear VR. Lisäksi Microsoft HoloLens tuki on tuloillaan, mikä entisestään kasvattaa Unityn vetovoimaa lisätystä todellisuudesta kiinnostuneiden kehittäjien keskuudessa (Unity Technologies 2015). Unityn ohjelmointikielivaihtoehdot ovat Unityn oma JavaScript eli UnityScript, C# ja Boo. Projektin toteutan Vuforiaan käyttämällä C# -ohjelmointikielellä.

3.2 Vuforia Augmented Reality SDK

Qualcommin Vuforia on sovelluskehityspaketti (SDK) lisätyn todellisuuden sovelluksien luomiseen Android ja iOS mobiililaitteille ja älylaseille. Vuforiaan tukemia kehitysympäristöjä ovat Eclipse, XCode ja Unity ja paketin saa käyttöönsä ilmaiseksi. Tällä hetkellä Vuforialla on jo yli 175 000 rekisteröitynyttä kehittäjää.

Vuforiaan kokonaisuus koostuu Vuforia-moottorista, työkaluista ja pilvessä toimivasta tunnistuspalvelusta. Vuforia tarjoaa työkaluja tunnistettavien kohteiden sekä lisenssien luomiseen ja hallinnoimiseen, joista kerron tarkemmin seuraavassa luvussa. Lisäksi kehittäjät, joiden alustana ovat älylasit, saavat käyttöönsä kalibrointityökalun, joka mahdollistaa sisällön persoonallisen asemoinnin käyttäjän kasvojen mukaan. (Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015a).

Vuforiaalta löytyy ominaisuuksia erilaisten kuvien, tekstin ja fyysisten objektien tunnistamiseen ja seuraamiseen. Lisäksi Unityllä käytettävä Smart Terrain mahdollistaa virtuaalisen sisällön luomisen fyysisen ympäristön perusteella.

3.3 Vuforia-laajennuksen käyttöönotto

Jotta Vuforian saa käyttöönsä, on ensin rekisteröidyttävä kehittäjäksi Vuforia Developer Portal -sivustolla (<https://developer.vuforia.com/>), minkä jälkeen laajennuksen voi ladata omalle koneelle. Tarvittavat License Manager - ja Target Manager -työkalut löytyvät sivustolta Develop-välilehden alta.

Laajennus tuodaan Unityyn kuin mikä tahansa muukin paketti: luodaan Unity projekti ja valitaan assets-valikon alta löytyvä custom package. Unityn scenessä on valmiiksi Main Camera -objekti, joka korvataan Vuforian prefab-kansiosta löytyvällä ARCamera-prefabilla. ARCamera ottaa videokameran syötteen laitteesta automaattisesti.

Ennen kehitystyön aloittamista on luotava vielä sovelluskohtainen lisenssiavain, jonka tarkoituksena on tarjota sovellukselle käyttöoikeudet SDK:n sisältämiin toimintoihin. Avain luodaan Vuforian License Manager web-sovelluksessa ja saatu koodi lisätään AR-Cameran Vuforia Behaviour -skriptiin.

4 TUTUSTUMINEN VUFORIAN OMINAISUUKSIIN

4.1 Miten Vuforia tunnistaa kohdekuvia

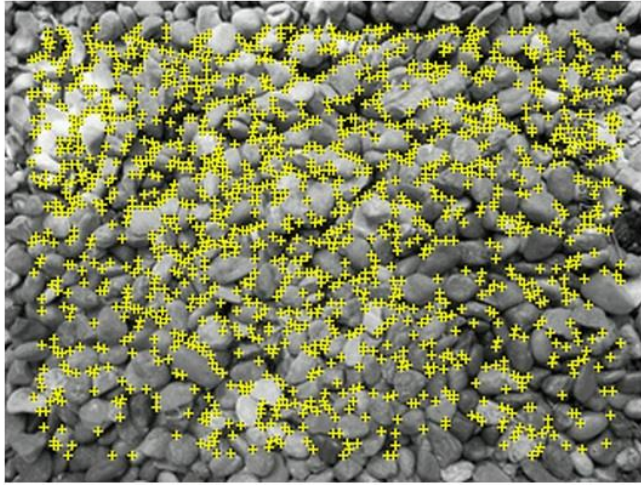
Kohdekuvat (Image Target) ovat Vuforian seuranta-algoritmin tunnistamia painotuotteita. Käyttämällä useita kohdekuvia voidaan luoda säännöllisiä perusmuotoja kuten laatikoita (Multi-Target). Lisäksi Vuforia tunnistaa erilaisia kohdekuvalla käärittyjä sylintereitä kuten tölkkejä ja pulloja (Cylinder Target). (Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015a.)

Vuforia Target Manager on web-pohjainen työkalu, jonka avulla voi luoda ja hallita kohdetietokantoja. Vuforia varastoi tietokantoja joko paikallisesti käyttäjän laitteeseen tai pilvipalveluun. Pilvipalvelun edut tulevat ilmi, kun vaaditaan suuria tietokantoja, mutta se ei tue useiden kohteiden seuraamista samanaikaisesti kuten paikallinen tallennus.

Kun tietokanta on luotu, valitaan sopiva kuva palveluun vietäväksi. Ihanteellinen kohdekuva on yksityiskohtainen. Se ei sisällä toistuvia kuvioita ja omaa hyvän värikontrastin. Vuforian seuranta-algoritmi perustuu värikontrastin luomiin särmiin, joiden tulisi olla kuvassa tasaisesti levittäytyneenä. Target Managerilla on viiden tähden pisteytysjärjestelmä (augmentable rating), joka kertoo kuvan soveltuvuudesta seurantaan. Valitsemani kuva sai viisi tähteä, mikä tarkoittaa, että Vuforian on mahdollista tunnistaa kuva heikossa valossa ja jopa osan kuvasta ollessa peitettynä. Alle kaksi tähteä saaneita kuvia ei tulisi käyttää ollenkaan. Kuvassa 6 näkyy Target Managerin analysoima kohdekuva. (Cushnan & El Habbak 2013.)

target_stones

Edit Name Remove



Type: Single Image

Status: Active

Target ID: c86d0beb47ce487d978217805d3d5a21

Augmentable: ★★★★★

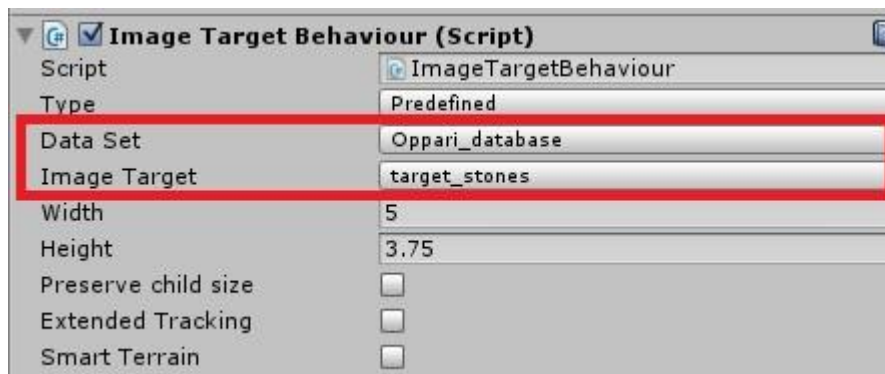
Added: Aug 11, 2015 12:40

Modified: Aug 11, 2015 12:40

KUVA 6. Target Managerin tunnistamat särmät näkyvät kohdekuvassa keltaisina risteinä. (Vuforia Target Manager 2015)

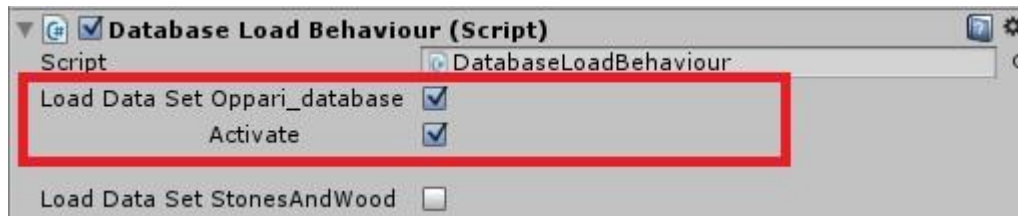
4.2 Kohteen tuominen Unityyn

Tämän kappaleen esimerkkinä on kohdekuvan tuominen Unityyn, mutta myös muut kohteet toimivat samalla tavalla. Kohteen saa ladattua suoraan Target Managerista Unitypakettina. Sceneen lisätään Vuforian prefab-kansiosta Image Target -prefab, jonka Image Target Behaviour -skriptissä (kuva 7) asetetaan Data Set muuttujaan luotu kohde-tietokanta (Oppari_database) ja määritetään kohdekuva (target_stones).



KUVA 7. Target-kuvan asettaminen Image Target -prefabissa (Unity 5.1.1f1 2015)

Sovelluksessa käytettävä 3D-sisältö sijoitetaan sopivaan kohtaan sceneen Image Target -prefabin lapseksi, jolloin kohdekuvaa siirrettäessä sisältö liikkuu sen mukana. Tämän lisäksi Image Target -prefabin DefaultTrackableEventHandler -skriptissä Vuforiaa määrittää, onko kohde tunnistettuna ja näinollen sen lapset näkyvissä. Lopuksi tarkistetaan, että ARCamera-objektin Database Load Behaviour -skriptissä haluttu Load Data Set -muuttuja on valittu ja aktivoitu (kuva 8).



KUVA 8. Target-tietokannan aktivointi ARCamera-objektissa (Unity 5.1.1f1 2015)

Kohdekuva tulostetaan paperille ja kuvan leveyden tulisi olla vähintään 12 cm. Paksu taittumaton ja heijastamaton paperi on optimaalisin vaihtoehto, mutta normaali tulostuspaperi on helposti saatavilla ja toimii myös hyvin. Tuloksena on sovellus, joka älypuhelimien kameran avulla tunnistaa Target Managerilla luodun kohdekuvan ja lisää videokuvaan 3D-sisältöä (kuva 9).



KUVA 9. Vuforian kohdekuva toiminnassa

4.3 Extended Tracking – Seurannan jatkaminen ilman kohdetta

Suurikokoisia virtuaalisia objekteja sisältäville kohteille on suositeltavaa käyttää Extended Tracking -ominaisuutta, jonka avulla sovellus voi jatkaa seuraamista vaikka kohde ei

olisikaan enää näkyvissä. Jatkettu seuranta toimii kohteen ympäristön yksityiskohtien perusteella rakennetun kartan avulla ja oletuksena ympäristön tulisikin olla staattinen. Ominaisuus tukee tällä hetkellä kaikkia muita kohteita paitsi tekstiä ja koodikehyksiä. Isojen AR-objektien visualisoinnin lisäksi jatkettu seuranta on omiaan esimerkiksi pelisovelluksiin, joissa käyttäjä seuraa dynaamista sisältöä kohteen ulottumattomiin. Extended Tracking valitaan Unityssä kohteen Behaviour-skriptissä. Kuvassa 10 näkyy virtuaalinen torni, jonka tarkastelua voidaan jatkaa ilman kohdekuva.



KUVA 10. Extended Tracking -ominaisuuden avulla kohdekuva voi jäädä pois näkyvistä

4.4 Laatikon tunnistaminen

Useista kohdekuvista koostuvaa kohdetta (Multi-Target) voidaan käyttää erilaisten pakkausten tunnistamiseen. Jotta tunnistaminen onnistuisi, on Target Manageriin ladattavien kuvien mittasuhteiden vastattava fyysisen pakkauksen sivujen mittasuhteita. Kuvassa 11 on Target Managerin näkymä, kun kaikki kohde kuvat ovat paikoillaan. Valitsemalla laatikon sivun pääsee näkemään yksittäisen kuvan saamat pisteet.



KUVA 11. Laatikon kohdekuvien asettaminen Target Managerissa (Vuforia Target Manager 2015)

Unityssä Vuforian Multi Target -prefab asettaa kohdekuvat prefabin lapsiksi ja määrittää erillisten kuvien sijainnin ja suunnan suhteessa objektin keskipisteeseen. Käytännössä Vuforia voi seurata yksittäisiä kohde-kuvia samanaikaisesti, mikä mahdollistaa koko objektin seuraamisen, kun yksikin lapsista eli laatikon sivuista on tunnistettu. (Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015b.)

Luomassani esimerkkitsovelluksessa laatikon ympärillä kiertää perhonen leveyssuunnassa. Jos laatikkoa katsotaan suoraan edestä, voidaan huomata perhosen katoavan laatikon taakse, kun taas siirrettäessä kamera katsomaan laatikkoa kohtisuoraan ylhäältä, näkyy perhosen koko kierros (kuva 12).

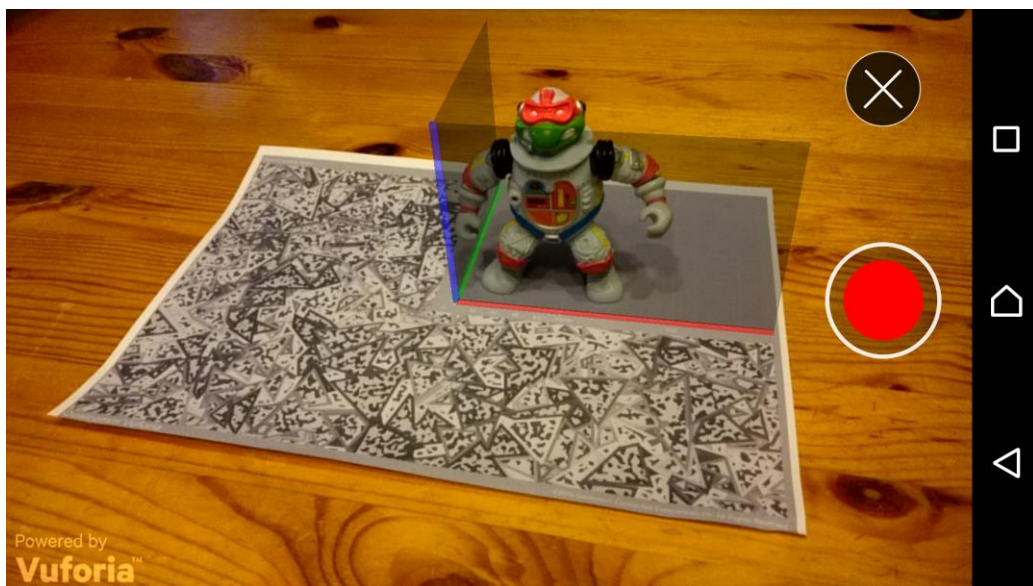


KUVA 12. Useista kohdekuvista koostuva laatikko mahdollistaa virtuaalisen sisällön tarkastelun mistä tahansa kuvakulmasta.

4.5 Fyysisen objektin käyttö kohteena

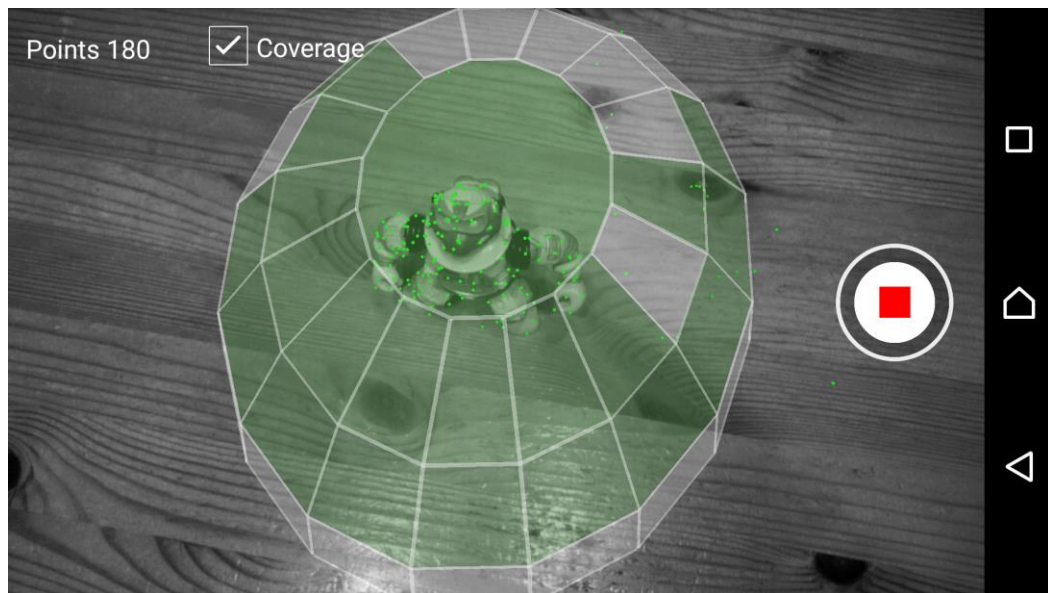
Vuforia Object Scanner on Android-sovellus, jonka voi ladata Tools-välilehdeltä Developer Portal -sivustolta. Sovellus mahdollistaa erilaisten fyysisten 3D-esineiden käytön tunnistettavina kohteina. Hyviä käyttökohteita ovat läpinäkymättömät lelut, joissa on vähän liikkuvia osia kuten figuurit ja ajoneuvot. Object Scanner luo objektista tiedoston, jota voi muokata ja testata suoraan sovelluksessa. Valmis tiedosto ladataan puhelimesta ja lisätään kohde-tietokantaan Target Managerissa.

Skannaussovelluksen mukana tulee kohdekuva, joka koostuu päällekkäisistä kolmioista. Kuva tulostetaan ja sen oikean yläreunan ruudukkoon asetetaan skannattava objekti (kuva 13). Kohdekuvan avulla sovellus määrittää objektin asennon ja sijainnin suhteessa sen nollapisteeseen. Koska sovellus skannaa vain ruudukkoalueella olevia osia, siirtämällä objektia kolmioalueen päälle voidaan poistaa tunnistukseen tarpeettomia tai kelvottomia kohtia.



KUVA 13. Objektin asemointi ennen skannauksen aloittamista (Vuforia Object Scanner 5.0.5 2015)

Skannaaminen tapahtuu liikuttamalla kameraa objektin ympärillä. Objektin ylle ilmestyvän harmaan kehikon avulla sovellus tallentaa löytämänsä pisteet ja tunnistettu alue muuttuu vihreäksi. Parhaan tuloksen saamiseksi objektin tulisi olla tasaisesti valaistu. Kun suurin osa objektista on tunnistettu, skannaamisen voi keskeyttää ja sitä voi jatkaa myös ilman kohdekuva (kuva 14).



KUVA 14. Skannausnäkyminen ilman kohdekuva (Vuforia Object Scanner 5.0.5 2015)

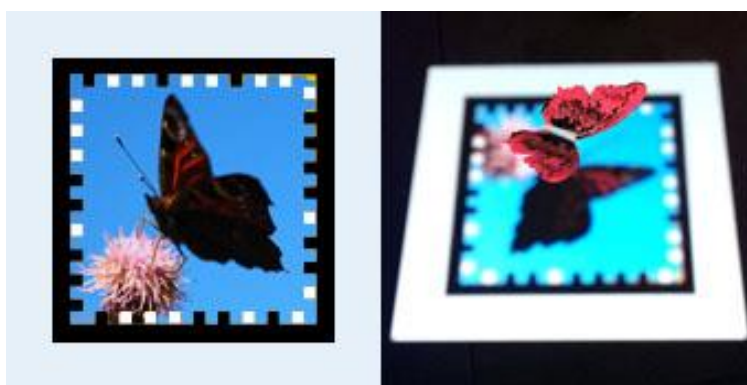
Objektia testatessa sovellus luo virtuaalisen palikan kameranäkymään osoittamaan koordinaatiston nollapistettä, kun objekti on tunnistettu (kuva 15). Objektin tunnistamista kannattaa testata erilaisilla pinnoilla. Sovelluksiin, jotka sisältävät fyysisiä ja virtuaalisia elementtejä, saadaan realismia käyttämällä Vuforian tarjoamaa depth mask -shaderia. Käytännössä tämä toimii niin, että fyysiselle hahmolle luodaan sopivan muotoinen 3D-malli, jolle asetetaan Unityssä depth mask -shader. Depth mask estää fyysisen objektin takana olevien virtuaaliobjektien näkymisen ja näinollen luo syvyyttä.



KUVA 15. Testinäkyminen luo virtuaalisen palikan kun kohde on tunnistettuna (Vuforia Object Scanner 5.0.5 2015)

4.6 Koodikehykset

Vaihtoehtona valokuvien särmien tunnistamiseen Vuforia tarjoaa 512 erilaista seurantaan käytettävää kehystä (Frame Marker), jotka koostuvat uniikista koodista ja mustasta reunuksesta. Kehyksen sisälle voi asettaa minkä tahansa kuvan riippumatta sen soveltuvuudesta seurantaan, kunhan kehys erottuu selvästi. Jotta musta reunus erottuisi myös tummilla pinnoilla, on sen ympärille hyvä laittaa vaalea alue. Ihanteellinen kehysten koko on 3–10 cm ja kehysten käyttö onkin suositeltavaa tilanteissa, joissa kohteet ovat hyvin pieniä. Kehyksen seurannan vaatima laskentateho on vähäinen, mikä on eduksi myös useiden kohteiden tunnistamisessa samanaikaisesti. Erityisen hyvin tämä menetelmä sopii erilaisten pelinappuloiden ja pelikorttien toteuttamiseen. Kuvassa 16 näkyy koodikehys ja sen avulla luotu virtuaalinen perhonen. (Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015c.)

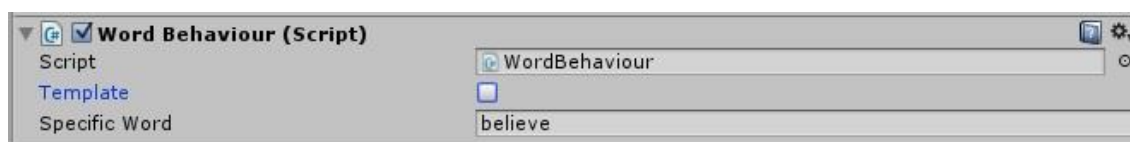


KUVA 16. Vuforian seuranta-algoritmin käyttämä koodikehys

4.7 Tekstin tunnistaminen

Vuforia tunnistaa sekä yksittäisiä sanoja, että sanaketjuja. Sanojen tunnistamista varten Vuforia tarjoaa listan, joka koostuu 100 000 yleisimmistä englanninkielisen sanasta. Kyseistä listaa voidaan laajentaa omalla 10 000 sanan erityissanastolla tai sen voi jopa kokonaan korvata. Lisäksi listaan voidaan lisätä erilaisia suodattimia, jotka sallivat tai estävät tiettyjen sanojen tunnistamisen. Sanojen tunnistaminen perustuu UTF-8-standardin mukaiseen merkistöön. Toistaiseksi tunnistus ei tue kuin englantilaisia aakkosia ja yleisimpiä välimerkkejä. Vuforia tunnistaa yleisimmät serif- ja sans serif -fontit lihavoituna, kursivoituna ja värillisenä. Tekstin tunnistusta voidaan käyttää myös yhdessä muiden kohdetyyppien kanssa. (Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015d.)

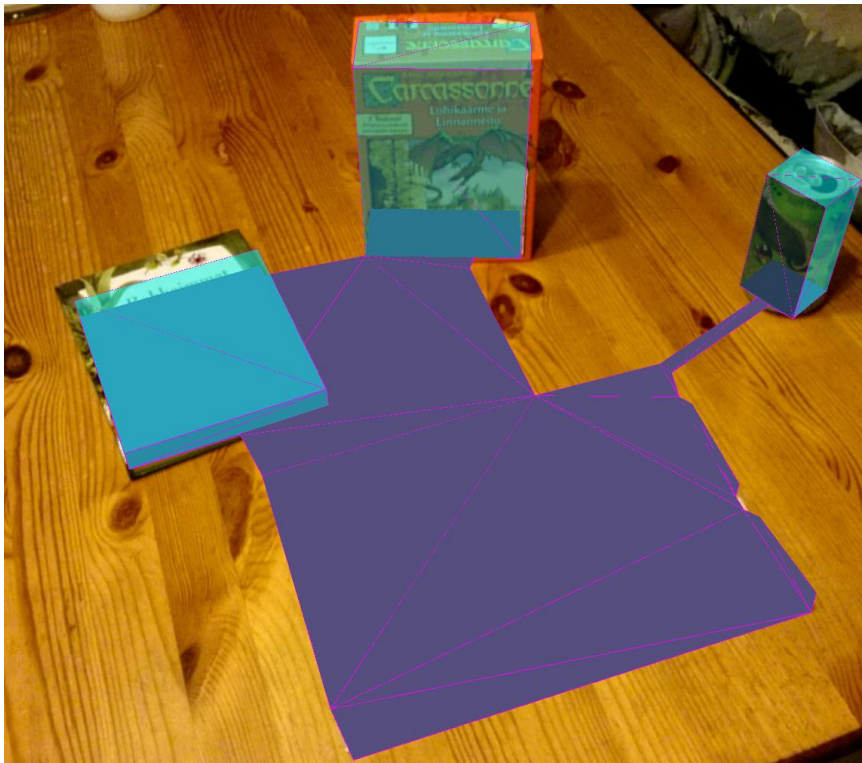
Vuforia tarjoama lista ”Vuforia-English-word.vwl” kopioidaan oman projektin QCAR-kansioon, joka löytyy Streaming Assets -kansion alta. Sanalista, erityissanasto ja suodatimet asetetaan Text Recognition -prefabissa, jossa voidaan myös valita ”use word prefabs” -muuttuja. Word-prefabien avulla eritellään sanoja, joita halutaan tunnistaa. Word-prefabin Word Behaviour -skriptissä on Template-valintaruutu, jonka ollessa tyhjänä sovellus tunnistaa vain Specific Word -muuttujaan määrätyn sanan (kuva 17).



KUVA 17. Esimerkkisovelluksessa sana *believe* on määritetty tunnistettavaksi (Unity 5.1.1f1 2015)

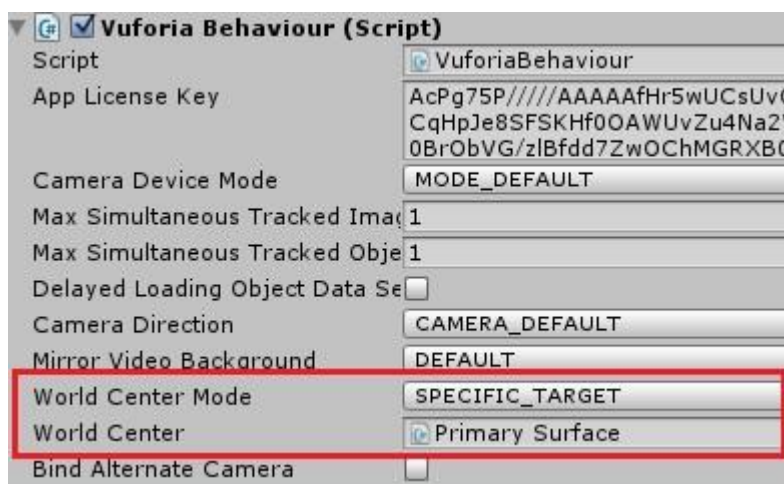
4.8 Smart Terrain

Vuforia Smart Terrain on ainoastaan Unityllä käytettävä ominaisuus. Sen avulla on mahdollista olla vuorovaikutuksessa kohteen fyysisen ympäristön kanssa. Alustuksen kohteeksi voidaan määrittää kuva, laatikko tai sylinteri, jonka tarkoituksena on havainnollistaa sovellukselle mittakaava ja koordinaatiston keskipiste. Fyysisiksi objekteiksi sopivat esineet tölkeistä muropaketteihin, joissa on riittävästi Vuforia tunnistusalgoritmin tarvitsemia särmiä. Kohde ja fyysiset objektit asetetaan tasaiselle alustalle, joka erottuu muuta ympäristöä vasten. Sovellus skannaa ympäristön luoden virtuaalisen 3D-mallin objekteista ja objektien välisestä alustasta. 3D-mallit ja alusta ovat itsenäisiä objekteja, joilla on myös omat colliderit. Oheisessa esimerkissä kohdekuva on violettina näkyvän alustan alla ja fyysisinä objekteina toimivat kirja, laatikko ja tölkki (kuva 18). Esineiden sijoittelulla voidaan vaikuttaa hyvinkin paljon alustan kokoon ja muotoon. Smart Terrain toimii parhaiten, kun käytetään korkeintaan viittä objektia.



KUVA 18. Smart Terrain luo virtuaalista sisältöä perustuen fyysiseen ympäristöön

Unityssä Smart Terrain aktivoidaan kohteen Behaviour-skriptissä. Smart Terrain -prefab bin alta löytyy alustan muodostava Primary Surface -prefab ja Prop Template -prefab, joka luodaan tunnistettaessa fyysisiä objekteja. Objekteille on mahdollista luoda joko BoxCollider tai MeshCollider. Lisäksi ARCamera-objektin Vuforia Behaviour -skriptissä asetetaan World Center Mode -muuttujaan Specific_Target, jolloin keskipiste määräytyy valitun kohteen mukaan (kuva 19). Kohteeksi World Center -muuttujaan vedetään hierarkiasta Primary Surface -prefab.

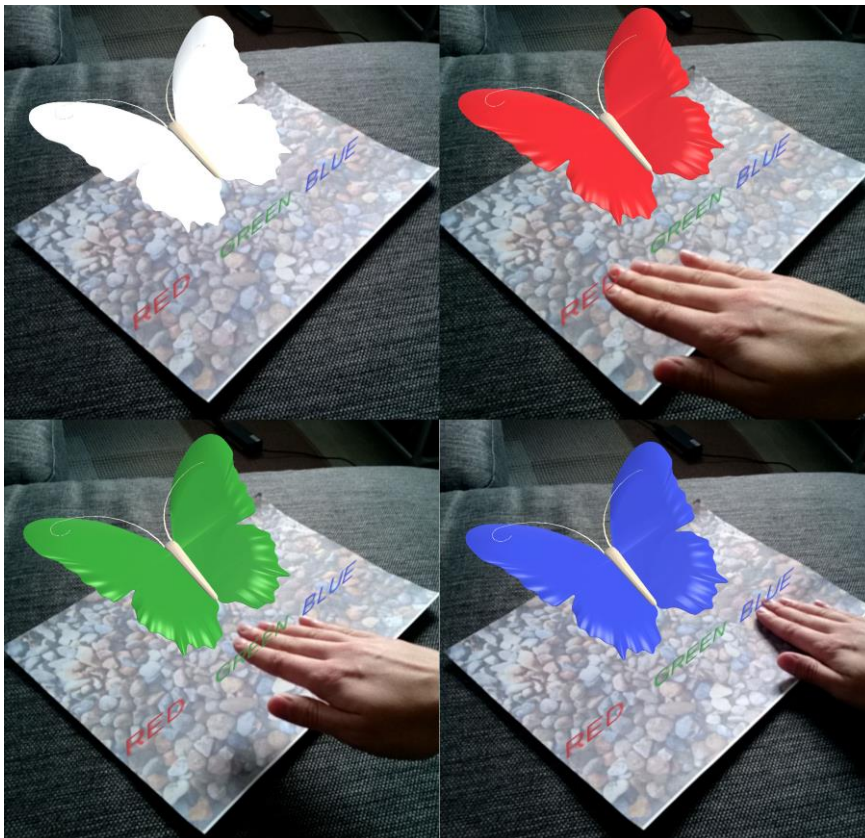


KUVA 19. ARCamera-objektin Smart Terrain -asetukset (Unity 5.1.1f1 2015)

4.9 Toiminnallisuuden lisääminen

Virtuaalisten painikkeiden avulla on helppo luoda sovellukseen toiminnallisuutta. Vuforia tarjoaman Virtual Button -prefabin tunnistaminen perustuu kohdekuvan peittämiseen painikkeen kohdalta esimerkiksi kädellä. Tästä johtuen painikkeet tulisi sijoittaa kohdekuvassa paikkaan, jossa on riittävästi Vuforia tunnistamia särmiä. Painikkeen tulisi olla vähintään 10 % kohdekuvan koosta. Lisäksi painikkeen herkkyyttä voidaan asettaa kolmesta eri vaihtoehdosta, jotka perustuvat peitetyn alueen kokoon painikkeessa ja peittämisen keston. (Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015e.)

Varsinaiset toiminnot luodaan OnButtonPressed- ja On ButtonReleased -funktioissa, joita Vuforia kutsuu automaattisesti. Tekemässäni esimerkisovelluksessa perhosen siipien väri vaihtuu painikkeiden mukaan punaiseksi, vihreäksi ja siniseksi. Kun mitään painiketta ei paineta, siivet ovat värittömät (kuva 20).



KUVA 20. Virtuaalipainikkeiden toiminta

Interaktiivisuutta voidaan luoda myös kosketusnäytön välityksellä tapahtuvien toimintojen avulla. Esimerkiksi virtuaalisen AR-objektin liikuttaminen onnistuu Unityn fysiikkamoottoriin kuuluvan Raycast-funktion avulla.

5 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli havainnollistaa Vuforia-työkalun ominaisuuksia Unity-pelinkehitysympäristössä. Aiheesta löytyi kattavasti tietoa ja työn toteutus onnistui hyvin. Esimerkkiprojektia voidaan jatkossa hyödyntää peli-ideoiden kehittelyyn nopeasti toteutettavien prototyyppien avulla. Koska AR-teknologia kehittyy todella nopeasti, haasteena tiedonhaussa olikin vanhentuneen tiedon tunnistaminen. Esimerkiksi Vuforia on siirtymässä pian Qualcommilta teknologiayritys PTC:n omistukseen.

Yleisesti ottaen Vuforia on erittäin monipuolinen työkalu lisätyn todellisuuden sovellusten luomiseen ja se on Unityn perusteet hallitsevalle helppo ottaa haltuun. Vuforian taustalta löytyy kattava dokumentaatio, mutta se on osittain hieman sekava. Esimerkiksi samaan ominaisuuteen liittyvä tieto on jaettu eri linkkien alle, jotka saattavat sisältää toistoa ja lisää aiheeseen liittyviä linkkejä.

Vuforian ominaisuuksista kohdekuvien ja koodikehysten tunnistaminen toimii saumattomasti, jopa kohtalaisen huonoissa valo-olosuhteissa ja suosittelinkin niiden käyttöä varauksetta. Objektin tunnistus ja Smart Terrain ovat molemmat hyvin potentiaalisia ja mielenkiintoisia pelinkehitystä ajatellen, mutta vaativat laitteelta hieman enemmän, eivätkä vielä toistaiseksi tunnu yhtä luotettavilta. Virtuaalisten painikkeiden käyttö tuo sovellukseen uudenlaisia tapoja vuorovaikuttamiseen.

Vuforian käyttö vesileiman kera on ilmaista, mutta pilvitietokanta on rajattu 1000 tunnistuskertaan kuukaudessa. Vesileiman saa poistettua maksamalla sovelluskohtaisen lisenssimaksun 499 dollaria, mikä ei sisällä pilvipalvelua. Lisenssin voi myös vuokrata halvimmillaan 99 dollarin kuukausimaksulla, jolloin hintaan sisältyy pilvipalvelun käyttö ja 10 000 tunnistuskertaa kuukaudessa. Pienyrityksen näkökulmasta Vuforian hinta-laatusuhde vaikuttaa hyvältä. Ilmaisella versiolla pärjää hyvinkin pitkälle, sillä vesileima on pienikokoinen, eikä juurikaan häiritse sovelluksen käyttöä.

Opinnäytetyön tekemisen aikana Wikitude SDK sai laajennuksen Unitylle ja jatkotutkimuksena minua kiinnostaisikin tutkia, miten Wikitude SDK eroaa käyttökohteiltaan ja ominaisuuksiltaan Vuforiasta. Wikitude SDK:sta on saatavilla ilmainen kokeiluversio ja

erona Vuforiaan paketista löytyy esimerkiksi työkaluja sijaintiin perustuvien paikkatietojen hallinnoimiseen. Lisäksi avoimen lähdekoodin ARToolKit ja sen Unity-laajennus olisi tutustumisen arvoinen vaihtoehto AR-sovellusten luomiseen Unityllä.

Yllätyin hieman tähän mennessä tehtyjen AR-sovellusten monipuolisesta valikoimasta, sillä aikaisempaa kokemusta minulla oli vain Ingress-pelistä. Valikoimasta löytyy pelien lisäksi hyötysovelluksia virtuaalisesta sisustamisesta, paikkasovelluksiin ja kielen kääntämiseen. Teknologian kehittyessä AR-sovellusten osuus tulee todennäköisesti kasvamaan ja AR alkaa tukea yhä enemmän arjen oppimista, jossa tieto liittyy paikkaan, asiaan tai esineeseen.

LÄHTEET

Azuma, R. T. 1997. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6, 4, 355 - 385.

Childs, M. & Kuksa, I. 2014. Making Sense of Space. Chandos Publishing.

Cushman, D. & El Habbak, H. 2013. Developing AR games for iOS and Android : develop and deploy augmented reality apps using Vuforia SDK and Unity 3D. Packt Publishing.

Digi-Capital. 2015. Augmented/Virtual Reality to hit \$150 billion disrupting mobile by 2020. Luettu 9.10.2015.
<http://www.digi-capital.com/news/2015/04/augmentedvirtual-reality-to-hit-150-billion-disrupting-mobile-by-2020/#.VhewEfntlBd>

Grubert, J. & Grasset, R. 2013. Augmented reality for Android application development. Packt Publishing.

Ingress 1.83.5. 2015. Niantic, Inc.

Mullen, T. 2011. Prototyping augmented reality. Wiley : Sybex.

Nardone M & Silva V. 2015. Pro Android Games, Third Edition. Apress

Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015a. Vuforia Developer Portal. Getting Started. Luettu 2.9.2015.
<http://developer.vuforia.com/library/getting-started>

Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015b. Vuforia Developer Portal. Multi Targets. Luettu 18.9.2015.
<http://developer.vuforia.com/library/articles/Training/Multi-Target-Guide>

Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015c. Vuforia Developer Portal. Frame Markers. Luettu 24.9.2015.
<http://developer.vuforia.com/library/articles/Training/Frame-Markers-Guide>

Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015d. Vuforia Developer Portal. Text Recognition. Luettu 4.10.2015.
<http://developer.vuforia.com/library/articles/Training/Text-Recognition-Guide>

Qualcomm Connected Experiences, Inc. 2015e. Vuforia Developer Portal. How To Implement Virtual Buttons. Luettu 21.10.2015.
<https://developer.vuforia.com/library/articles/Solution/How-To-Implement-Virtual-Buttons>

Quiver 3.3. 2015. Puteko Limited.

Sky Map 1.6.4. 2011. Google Inc.

Unity 5.1.1f1. 2015. Unity Technologies.

Unity Technologies. 2015. Announcing support for Microsoft HoloLens. Luettu 25.8.2015.
<http://blogs.unity3d.com/2015/04/29/announcing-support-for-microsoft-hololens/>

Vuforia Object Scanner 5.0.5. 2015. Qualcomm Connected Experiences, Inc.

Vuforia Target Manager 2015. Qualcomm Connected Experiences, Inc.