



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

AR-PELI HAMPAIDEN HARJAUKSEEN

TEKIJÄ: Olli Hämäläinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Olli Hämäläinen	
Työn nimi AR-peli hampaiden harjaukseen	
Päiväys 14.5.2019	Sivumäärä/Liitteet 26/0
Ohjaaja(t) Mikko Pääkkönen, tuntiopettaja ja Mikko Laasanen, lehtori	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kuopion kaupunki / Suun terveydenhuolto	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli viimeistellä AR-mobiilipeli Kuopion kaupungin suunterveydenhuollon yksikölle. Pelin kehittäminen alkoi kesäharjoittelun aikana. Harjoittelun aikana harjauspeliin valittiin käytettävä AR-tekniikka ja tehtiin toiminnallinen prototyyppi. Kesän harjoittelun päättyessä pelistä jäi puuttumaan pelaajan palkitsemis-ominaisuus, johon opinnäytetyössä nyt keskityttiin. Pelin tavoitteena oli innostaa käyttäjiä harjaamaan hampaansa säännöllisesti kaksi kertaa vuorokaudessa oikealla tavalla. Pelissä laitettiin oikean hammasharjan pohjaan tunniste, jonka avulla hammasharja siirtyi virtuaalisesti peliin. Hampaista harjattiin kahden minuutin ajan suositusten mukaisesti, jonka jälkeen pelaaja palkittiin suorituksesta.</p> <p>Pelin toteutus tapahtui Unityllä, jonka AR-lisäosaksi valittiin Vuforia. Virtuaalisia hyödykkeitä peliin saatiin rojaltivapailta nettisivuilta. Itse tehdyt virtuaaliset hyödykkeet luotiin käyttämällä Blender-työkalua 3D malleihin ja 2D grafiikka luotiin selainpohjaisella grafiikantekotyökalulla nimeltä Piskelapp.</p> <p>Peliin saatiin tehtyä haluttu palkintopankki opinnäytetyön aikana. Pelistä tullaan tulevaisuudessa poistamaan AR-ominaisuus, koska siitä aiheutui paljon ongelmia.</p>	
Avainsanat Lisätty todellisuus, Vuforia	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Olli Hämäläinen			
Title of Thesis AR Game for Teeth Brushing			
Date	14 May 2019	Pages/Appendices	26/0
Supervisor(s) Mr. Mikko Pääkkönen, Lecturer and Mr. Mikko Laasanen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners City of Kuopio / Oral health care			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to finish an AR mobile game for the oral health care unit of Kuopio. The development started during the summer internship. The AR technology for the game was chosen and a functional prototype of the game were made during the internship. The rewardbank feature was not made during the internship, so this thesis focused on the creation of it. The aim of the game was to inspire users to brush their teeth regularly twice a day and in the right way. In the game, the target image was inserted to the bottom of the real tooth brush which transferred the brush virtually to the game. Teeth were brushed for two minutes and after that the user was rewarded.</p> <p>The game was made with Unity and the AR technology used in it was Vuforia. Some assets were gained freely from royalty free websites. The self-made 3D and 2D assets were created with Blender and Piskelapp.</p> <p>The rewardbank in the game was finished during this thesis. The game will be edited in the future by replacing the AR camera with a simple camera because AR caused several problems.</p>			
Keywords Augmented reality, Vuforia			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	LÄHTÖKOHDAT	7
2.1	Lisätty todellisuus	7
2.2	Pelillistäminen.....	7
2.3	Hampaiden harjauksen AR-mobiilipeli.....	8
3	TEKNIIKAT JA TYÖKALUT	9
3.1	Lisätyn todellisuuden tuki	9
3.1.1	Vuforia	9
3.1.2	ARKit.....	11
3.1.3	ARCore.....	12
3.1.4	Wikitude	12
3.1.5	Maxst.....	12
3.2	Unity.....	13
3.3	Android SDK	13
3.4	Piskelapp.....	14
3.5	Blender	15
4	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	16
4.1	Hampaiden harjauspelin palkinnot	16
4.1.1	Kosmeettiset palkinnot	16
4.1.2	Hammasharja ja taikurinsauva	17
4.1.3	Hammaspeikot.....	18
4.2	Mobiilipelin palkintovalikko.....	19
4.3	Mobiilipelin lisäykset ja korjaukset.....	20
4.4	Mobiilipelin testaus ja havaitut ongelmat	21
5	MOBIILIPELIN JATKOKEHITTELYIDEAT	22
6	YHTEENVETO JA POHDINTA	24
	LÄHTEET	26

TERMIT JA LYHENTEET

Sprite	2D bittikartta, jota käytetään grafiikkana kaksiulotteisissa peleissä. (Unity, 2018.)
AR	Augmented reality, eli suomeksi lisätty todellisuus
MR	Mixed reality, eli sekoitettu todellisuus
Asset	Hyödyke, joka voi olla kuva, ääni tai muuntyyppinen tiedosto, jota Unity tukee. (Unity, 2018.)
Partikkeliefekti	Käytetään nestemäisten ja aineettomien kappaleiden luontiin, joita ei voi tehdä järkevästi pelkillä kiinteillä kuvilla ja malleilla. (Unity, 2018.)
rojaltivapaa	Kolmannen osapuolen tekemiä hyödykkeitä saadaan käyttää ilmaiseksi sovelluksessa, kunhan tekijä ja hyödykkeen saantipaikka ilmoitetaan esimerkiksi lopputekstien yhteydessä.
Unity	Pelinkehitystyökalu.
Vuforia	Unityn (pelinkehitystyökalun) liitännäinen, joka mahdollistaa AR-pelien luomisen.
Android SDK	Työkalu, jolla luodaan android mobiili-sovelluksia windows ympäristössä
GPS	Global positioning system eli maailmanlaajuinen paikallistamisjärjestelmä, joka perustuu satelliittien lähettämään signaaliin.
Android Studio	Sovellus, joka tarjoaa työkaluja android-pohjaisten sovellusten tekemiseen.

1 JOHDANTO

Suomessa on käynnissä sosiaali- ja terveystalvuelujen uudistus, jonka yhtenä tärkeänä osana nähään digitalisaatio. Tekoäly, robotiikka, virtuaali- ja lisätty todellisuus sekä applikaatiot muodostavat kokonaisuuden, joita käytetään digitaalisissa palveluissa. (Kujala,Rajalahti,Heponiemi & Pirjo, 2018.) Tässä opinnäytetyössä keskitytään lisättyyn todellisuuteen, jolla on monia käyttötarkoituksia sosiaali- ja terveydenhuollon alalla.

Lisättyssä todellisuudessa käyttäjää ei haluta irrottaa reaali maailmasta, vaan tyypillisesti käyttäjä käyttää esimerkiksi läpinäkyviä älylaseja. Lasien näkökenttään tuodaan todellisuutta täydentävää informaatiota katsottavasta ympäristöstä tai kohteesta. AR-lasit voivat sisältää myös antureita, joiden avulla muun muassa reaali maailman päälle tai sisälle voidaan käyttäjän näkökenttään heijastaa tietoja kohteesta. (Oja, 2017.)

Pelillistäminen ei ole sama asia kuin pelit tai simulaatiot. Pelillistäminen tähtää tuottavampaan toimintaan. Pelillistäminen tarkoituksena on tehdä esimerkiksi työtehtävät ja vaikeat asia huokuttelevimmiksi ja helpommiksi käsittää. (Ängeslevä, 2014.)

Tämän opinnäytteen tarkoituksena oli tehdä lisätyn todellisuuden hampaiden harjauksen mobiilipeli. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Kuopion kaupungin suunterveydenhuollon yksikkö. Mobiilipeliä tehtiin jo harjoittelun aikana, mutta siitä jäi vielä puuttumaan haluttuja ominaisuuksia, joten työtä päätettiin jatkaa opinnäytetyönä. Mobiilipelin tavoitteena on innostaa käyttäjiänsä harjaamaan hampaansa säännöllisesti kaksi kertaa vuorokaudessa oikealla tavalla.

Opinnäytetyössä käydään aluksi AR-pelissä käytettyjä tekniikoita läpi. Sen jälkeen kuvataan, miten pelin palkintopankin luominen tapahtuu. Peli toteutettiin Unityn avulla, johon lisättiin Vuforiaan tarjoama Augmented reality tuki. Mobiililaitteiden hyödyntämisen mahdollisti Android SDK.

2 LÄHTÖKOHDAT

2.1 Lisätty todellisuus

Lisätty todellisuus (AR) tarkoittaa erilaisen virtuaalisen datan, kuten tekstin, äänen, kuvan, videon, animaation tai GPS-informaation yhdistämistä reaaliajassa näkyvään, todelliseen maailmaan. Lisätyn todellisuuden laitteita ovat muun muassa puhelimet ja tabletit, jotka mahdollistavat lisätyn todellisuuden sovellusten käytön. Myös Microsoftin HoloLens mahdollistaa käyttäjän näkökenttään asetettavat videokuvien seuraamisen ja ohjeiden sekä hologrammien asettamisen. (Oja, 2017.)

Azuma (1997) on määritellyt kolme tekijää, joiden avulla voidaan määritellä lisättyä todellisuutta. Sovelluksessa pitää 1) yhdistyä oikeat ja virtuaaliset objektit, sen pitää 2) toimia interaktiivisesti ja reaaliaikaisesti sekä 3) toiminnan pitää olla kolmiulotteista. AR on eräänlainen väline saada informaatio ulos virtuaalisilta näytöiltä lähemmäksi käyttäjää ja koettavaksi osaksi todellista maailmaa. Ihannetilanteessa lisätty todellisuus näyttäytyisi katsojalleen osana ympäröivää todellisuutta. (Azuma, 1997.)

Yksi tunnettu esimerkki lisätyn todellisuuden peleistä on Pokémon Go. Pokémon Go oli menestyksenkäs peli ympäri maailmaa. AR-mobiilipelissä pelaaja nappaa ja treenaa virtuaalisia olentoja, Pokémoneja, sekä taistelee niitä vastaan. Nämä Pokémon-oliot olivat virtuaalisesti oikeassa maailmassa ja ne ilmaantuivat pelaajan älylaitteen näytölle AR-tekniikan avulla käyttäjän liikkua eri ympäristöissä.

2.2 Pelillistäminen

Tarve hampaiden harjauksen pelillistämiseen lähti Kuopion suunterveydenhuollon halusta parantaa etenkin nuorten asiakkaiden suuhygieniää. Päätettiin, että harjauksen tueksi tehtäisiin peli, joka pyrki parantamaan harjausrutiinia.

Pelillistäminen tarkoittaa palvelua, joka pyrkii muuttamaan yksitoikkoisesta toimesta käyttäjälleen pelimäisyyden kautta mielenkiintoisen kokemuksen (Hamari & Koivisto, 2013). Kokemukseen kuuluu tunne saavuttamisesta ja itsenäisyydestä. Pelillistäminen pyrkii myös vaikuttamaan motivaatioon palkitsemalla käyttäjä suorituksesta. Ängeslevä (2014) näkee pelillistämisen lähtökohdaksi ihmisen aktiivisen oppimisen ja itse tekemisen. Hän nojaa näkemyksensä aikaisempiin oppimistutkimuksiin, joiden mukaan positiivisuus vahvistaa oppimiskokemusta ja suoritustehokkuutta.

2.3 Hampaiden harjauksen AR-mobiilipeli

Mobiilipelin tarkoitus oli innostaa käyttäjänsä harjaamaan hampaansa säännöllisesti kaksi kertaa vuorokaudessa oikealla tavalla. Peliä varten pelaaja tarvitsee hammasharjan ja mobiilipuhelimen. Pelissä laitettiin tunniste hammasharjan pohjaan (KUVA 1). Tunnisteen avulla hammasharja siirtyy virtuaalisesti peliin. Pelissä käyttäjä kuvaa itseään mobiililaitteen etukameralla ja näytön kuvaruudulle ilmestyy omien kasvojen lisäksi 3D-harja sekä muita 2D-asetteja.



KUVA 1. Tunniste hammasharjan pohjassa

Mobiilipelissä käyttäjä palkittiin pisteillä harjauksen suorittamisesta. Tarpeeksi pisteitä kerättyään pelaajalle aukesi palkintoja, joiden avulla pystyi personoimaan pelin ulkoasua. Näin pelaaja pystyi tuntemaan, että säännöllisellä harjauksella oli merkitystä. Hampaiden harjauksesta muodostui rutiini, jos peliä pelattiin tarpeeksi pitkään.

Pelin juoni oli kukistaa likaisten hampaiden luona pyörivä hammaspeikko, joka vaihtoi paikkaa käyttäjän harjattua hammaspeikon valtaama hammasalue puhtaaksi. Hampaat oli jaettu neljään eri alueeseen ja kutakin niistä tuli harjata 30 sekunnin ajan. Käyttäjän harjattua kaikki alueet hampaista, hammaspeikko hävisi ja peli päättyi (KUVA 2). Pelin läpipeluun kesto oli kaksi minuuttia ja 30 sekuntia. Viimeisen 30 sekunnin ajalle tehtiin palkintoja, jotka tulivat näytölle näkyviin käyttäjän harjattua hampaansa sovelluksen kanssa.



KUVA 2: Peli harjoittelun päätyttyä

3 TEKNIIKAT JA TYÖKALUT

3.1 Lisätyn todellisuuden tuki

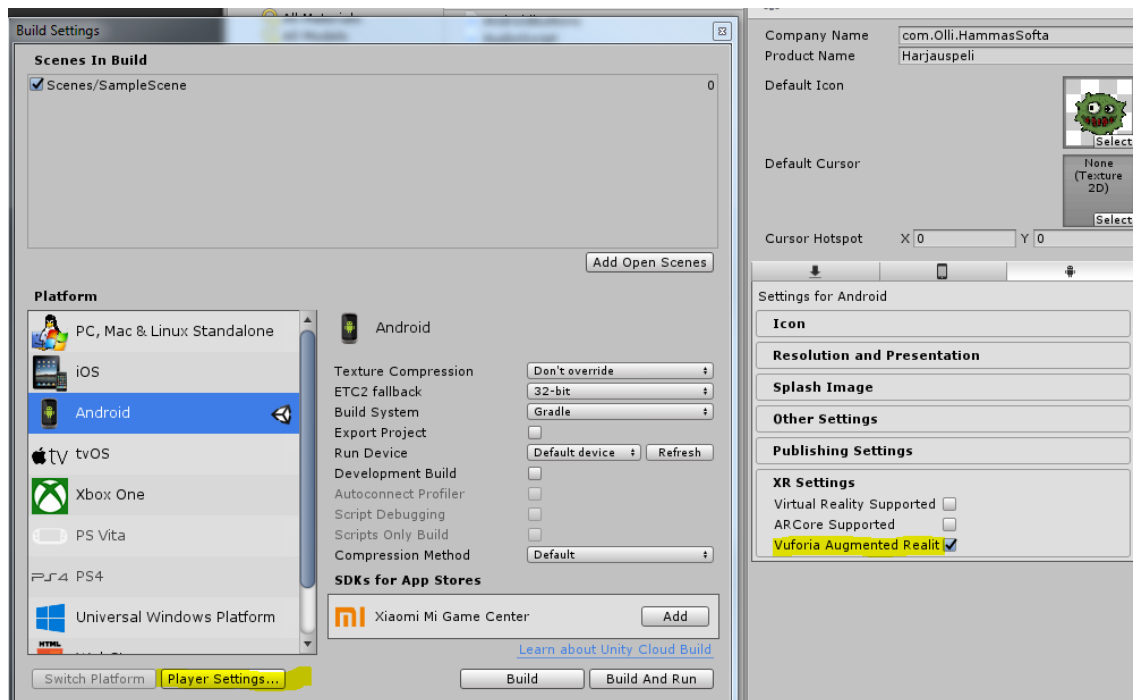
Lisätyn todellisuuden toimivuus vaatii ulkoisten lisäosien käyttöä. Lisäosat mahdollistavat, että kameran syötteeseen ilmestyy objekteja tunnistekuvan tai muodon perusteella. Mobiilipelin tunnistuksen haluttiin perustuvan erilliseen tunnisteseen. Hammasharjan itsensä tunnistaminen olisi ollut mahdollista, mutta hammasharjaa käytettäessä harja peittyy osittain käden alle. Tunnistaminen on heikkoa, jos käsi peittää edes osan harjan mallista pois kameran näkyviltä.

Tämänhetkisiä saatavilla olevia lisätyn todellisuuden plugineita ovat Vuforia, ARKit, ARCore, Wikitude ja Maxst. Ominaisuudet kussakin lisäosassa on lähestulkoon samat, mutta esimerkiksi kustannukset ja tuetut alustat vaihtelevat.

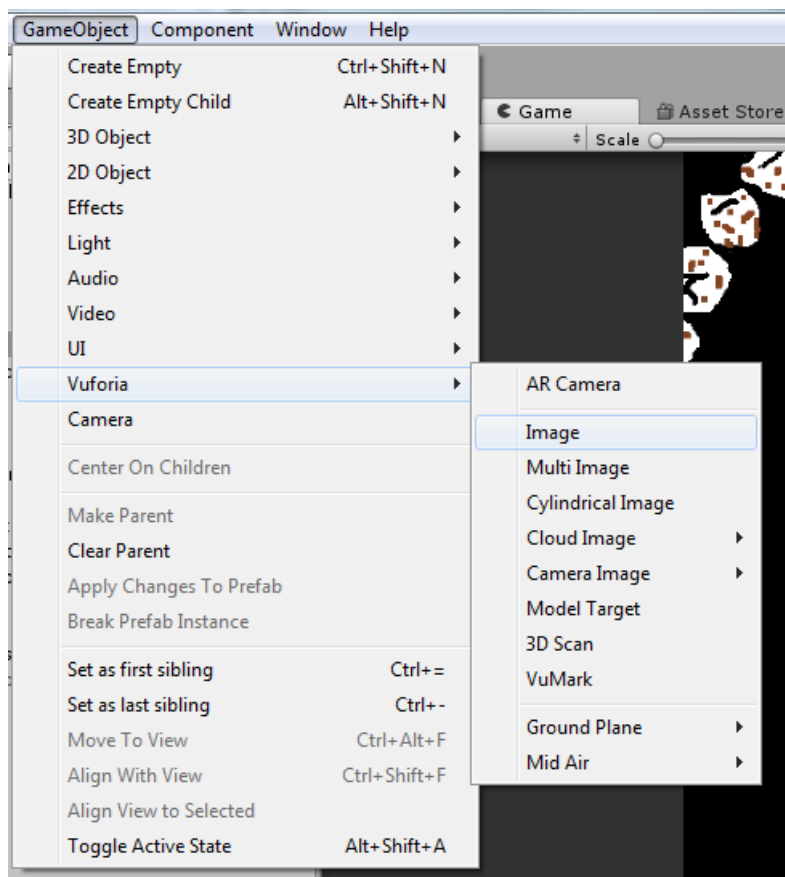
3.1.1 Vuforia

Vuforia on PTC-yhtiön kehittämä monialustainen lisätyn ja yhdistetyn todellisuuden kehitystyökalu. Vuforian avulla on mahdollista luoda usealle eri laitteelle, kuten esimerkiksi virtuaalilaseille tai mobiililaitteille todellisuutta muuttavia sovelluksia. Vuforia on saatavilla Unityn Asset Storesta ja se tulee muutaman hyödyllisen esimerkin kanssa. Esimerkit sisältävät valmiiksi kaiken oleellisen, jotta käyttäjä voi luoda AR-sovelluksen ilman laajaa tietämystä Vuforiasta tai virtuaalisesta todellisuudesta testausta varten. Vuforia tukee sekä Android että iOS käyttöjärjestelmiä. (Unity, 2018.)

Jotta Vuforia saatiin toimimaan Unity:ssä, tuli siihen asennuksen yhteydessä laittaa raksi componenttiin nimeltä "Vuforia Augmented Reality Support" kohtaan. Asennuksen jälkeen luodaan uusi 3D-projekti, jonka main camera poistetaan. Main cameran tilalle otetaan Vuforian oma AR CAMERA, joka löytyy GameObject -> Vuforia valikosta. Seuraavaksi mennään "Build-settings" - osioon, jossa klikataan "Player settings" painiketta. "PlayerSettings"-valikossa painetaan "XR-settings" (KUVA 3) ja laitetaan raksi "Vuforia Augmented Reality Supported"- kohtaan. Kun asetukset on säädetty, lisätään GameObject (KUVA 4) -> Vuforia -> Image-osiosta sceneen tunnistekuva.



Kuva 3: Vuforia XR Settings -näköm



KUVA 4: Vuforia GameObject-näköm

Vuforian kuvan tunnistamisessa oli tärkeää ottaa huomioon tunnistepaikan valoisuus ja tunnisteiden ulkonäkö, jotta tunnistus olisi toimivaa. Tunnistaminen tuli suorittaa hyvin valaistussa tilassa, sillä muuten Vuforia ei tunnistanut kuvaa. Onneksi hampaidenpesupaikat ovat yleensä hyvin valaistuja, joten vaaditun valoisuuden saaminen ei ollut ongelma. Tunnistekuvaa valitessa on otettava huomioon muutamia asioita. Tunnistekuvan tuli olla eriävän ja monimutkaisen näköinen. Kuvan tunnistaminen heikkeni, jos Vuforia ei pystynyt luomaan kuvaan pistetunnistuksen vaatimia pisteitä riittävästi. Tunnistuspisteet muodostuvat valkoisen ja mustan alueen nurkkakohtiin. Alla kolme testattua tunnistekuvaa (KUVA 5). Ensimmäisessä kuvassa yksinkertainen muoto ei tarjonnut tarpeeksi pisteitä (16) tunnistuksen tukemiseksi. Toisessa kuvassa pisteitä on 30 kappaletta, mikä paransi tunnistusta huomattavasti. Kolmannessa kuvassa mustan ja valkoisen alueen nurkkapisteitä muodostuu useita satoja.



Kuva 5: Vuforian tunnistuskuvia huonoimmasta parhaimpaan

Peli toteutettiin Vuforiaa hyödyntäen, koska sen avulla saatiin haluttu lopputulos aikaiseksi. Vuforian käyttäminen Unityssä oli yksinkertaista ja siihen löytyi paljon ohjeita. Ainoa haittapuoli Vuforiassa on sen lisenssin kalleus (499 euroa per sovellus), jos sovelluksen latauskerrat ylittävät 1000 käyttäjää.

3.1.2 ARKit

ARKit on Applen kehittämä lisätyn todellisuuden lisäosa. Sillä pystyy tunnistamaan 2D- ja 3D-objekteja, kuten liikennemerkkin tai leluauton. Tunnistaminen perustuu alueen kartoittamiseen ja sen seuraamiseen. ARKit yhdistää toimivaksi kokonaisuudeksi laitteen liikkeen tunnistuksen, kameran kohtauksen tallennuksen, kehittyneen kohtauksen prosessoimisen ja yksinkertaisen AR kokemuksen kehittämisen. ARKit Haittapuolena ARKit:ssä on sen toimimattomuus android-käyttöjärjestelmässä. ARKit toimii vain iOS-laitteissa ja pelin haluttiin toimivan Android-laitteilla niiden yleisyyden vuoksi. Tämän vuoksi ARKit ei soveltunut toteutukseen. (Apple, 2018.)

ARKit:n käyttö vaatii Developer tunnusten luonnin Applen sivuille. Kirjautuneena käyttäjänä saat oikeudet luoda sovelluksia Applen lisäosia hyödyntäen. Jos sovellus halutaan julkaista, tulee käyttäjän ostaa 99 USD/vuosi hintainen Developer Program.

3.1.3 ARcore

ARcore on Googlen kehittämä alusta, jolla voi luoda lisätyn todellisuuden kokemuksia mobiililaitteelle. Vuforiaan tavoin sillä voi kehittää ohjelmia Androidille sekä iOS:lle. Vuforiaan nähden lisäominaisuutena ARcore pystyy määrittämään tilan valoisuuden ja hyödyntämään sitä sovelluksessa. Pelin toteutukseeseen olisi käytetty ARcorea, jos siinä olisi ollut tuki useammalle Android versiolle. ARcore tukee alimmillaan Android 7.0:llaa ja Vuforia puolestaan Android 4.0:llaa. Vuforiaan tarjoama suurempi laitekirjo oli syy, miksi Vuforiaan päädyttiin toteutuksessa (Google, 2018.)

Sovellusten kehittäminen Arcorea hyödyntäen on maksutonta. Pelin julkaiseminen kuitenkin vaatii kertaluontoisen 25 dollarin rekisteröintimaksun, jotta käyttäjä pääsee käsiksi Google Playn - kehittäjätiliin.

3.1.4 Wikitude

Wikitude AR SDK on iOS:ssa ja Androidissa toimiva AR kehitystyökalu. Edellämainittujen lisäosien tavoin se voidaan liittää osaksi Unityä. Wikituden SDK:n avulla voidaan tunnistaa erilaisia tasoja, esimerkiksi tauluja tai seinien kulmia. (Wikitude, 2019.)

Wikituden käyttö vaatii lisenssin ostamisen. Wikituden Pro lisenssin avulla saa oikeudet julkaista yhden sovelluksen 1990 euron kertamaksulla.

3.1.5 Maxst

MAXST AR SDK tarjoaa samat ominaisuudet kuin aikaisemmin mainitut AR-lisäosat. Maxst kehittämä AR-lisäosa toimii Androidissa, iOS:ssa, Mac:ssa ja Windows:ssa.

MAXST:n lisenssi yhteen sovellukseen maksaa 499 USD, mikäli sovelluksen latauskerrat alittavat 100 000 latauskertaa. MAXST tarjoaa myös ilmaisen ei-kaupallisen lisenssin, jonka avulla sovelluskehittäjät voivat tutustua AR sovelluksen luomiseen MAXST:tä hyödyntäen.

3.2 Unity

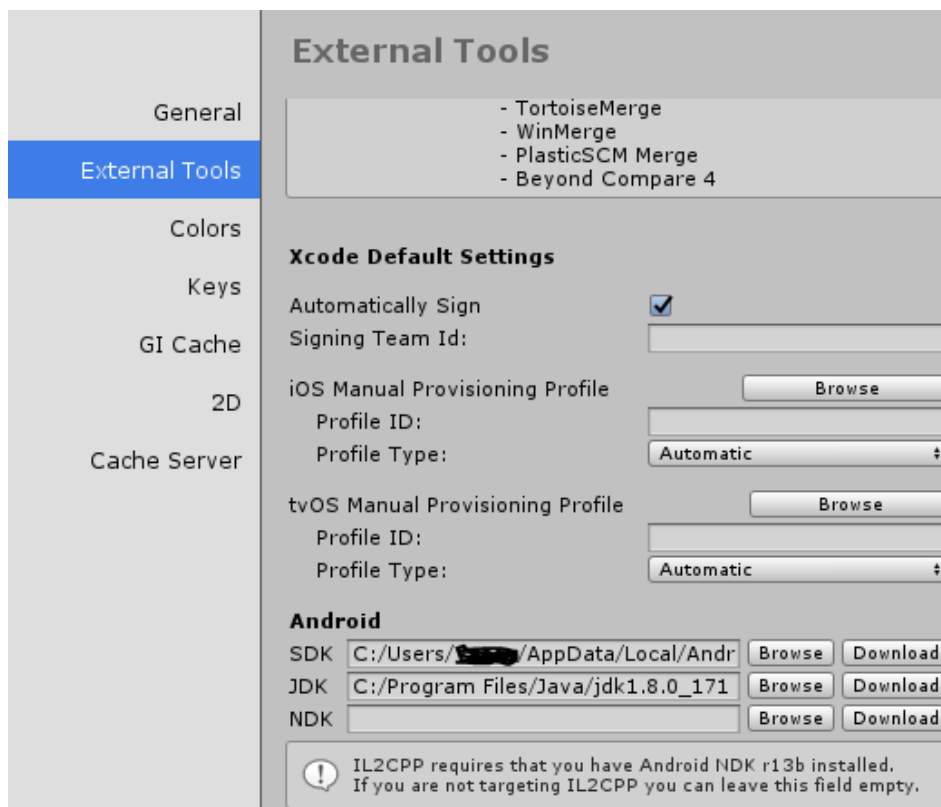
Unity on pelimoottori, jonka avulla pystyy luomaan kaksi- tai kolmiulotteisia pelejä useille eri alustoille. Unitystä on saatavilla kolme eri versiota, jotka eroavat toisistaan käyttötarkoituksen mukaan. Pro ja Plus edition ovat maksullisia, kun taas Personal edition on ilmainen, jos yrityksen tulot tai rahoitus jää alle 100 000 dollariin vuodessa. Unityn on kehittänyt amerikkalainen Unity Technologies. (Unity, 2018.)

Unity valittiin mobiilipelin luontityökaluksi, koska tekijällä oli siitä aikaisempaa kokemusta. Mobiilipelin tekemiseen käytettiin Personal versiota. Jos Mobiilipeli päätetään julkaista kuopion kaupungin toimesta, on Unity päivitettävä maksulliseen Pro versioon, joka maksaa 125 dollaria kuukaudessa.

3.3 Android SDK

Android SDK (Software Development Kit) on Android Studion mukana tuleva työkalu. Sen avulla voidaan luoda ja testata sovelluksia Androidille Windows-ympäristössä. Toteutuksessa käytettiin tätä työkalua, koska mobiilipelin oli tarkoitus toimia android-käyttöjärjestelmässä. Lisäksi ohjeet Android SDK:n liittämiseksi osaksi Unityä oli hyvin dokumentoitu.

Android SDK:n käyttöönotto alkaa Android Studion latauksella ja asennuksella. Android studion asentaminen itsessään on suoraviivaista, mutta asennusvaiheessa on huomioitava, että laittaa rastin "install USB device drivers"-kohtaan. Seuraavaksi kannattaa käyttöönottaa Android mobiililaitteen USB virheenkorjaus. Virheenkorjauksen saa näkyviin Settings>About phone>Build number -osiosta painamalla seitsämän kertaa build number kohtaa. Tämän jälkeen Settings>Developer options-osiosta löytyy enable USB Debugging kohta, joka täytyy aktivoida. Lopuksi UnityPreferences>External Tools osiossa määritetään Android SDK:n sijainti (KUVA 6). (Unity, 2018.)

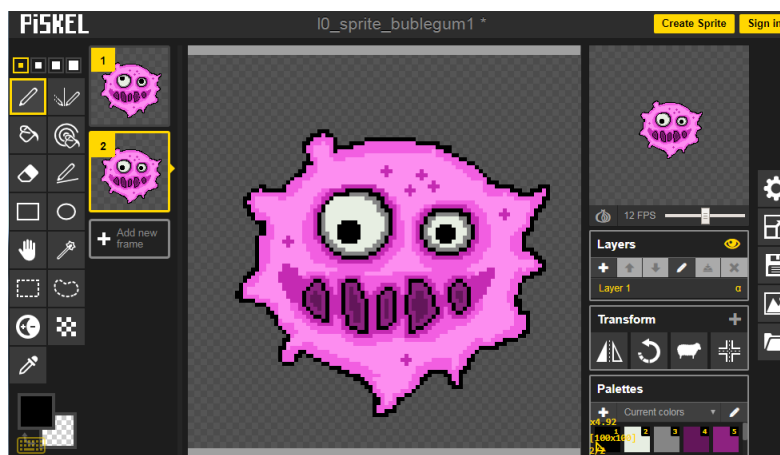


KUVA 6: SDK:n sijainnin lisääminen

3.4 Piskelapp

Pelin grafiikat tehtiin selainpohjaista Piskelapp:ia hyödyntäen. Piskelapp:in avulla oli mahdollista tehdä pikselimäisiä ja animoituja grafiikoita, vaikka käyttäjällä ei olisi aikaisempaa kokemusta grafiikan tekemisestä. Piskelapp on täysin ilmainen käyttää.

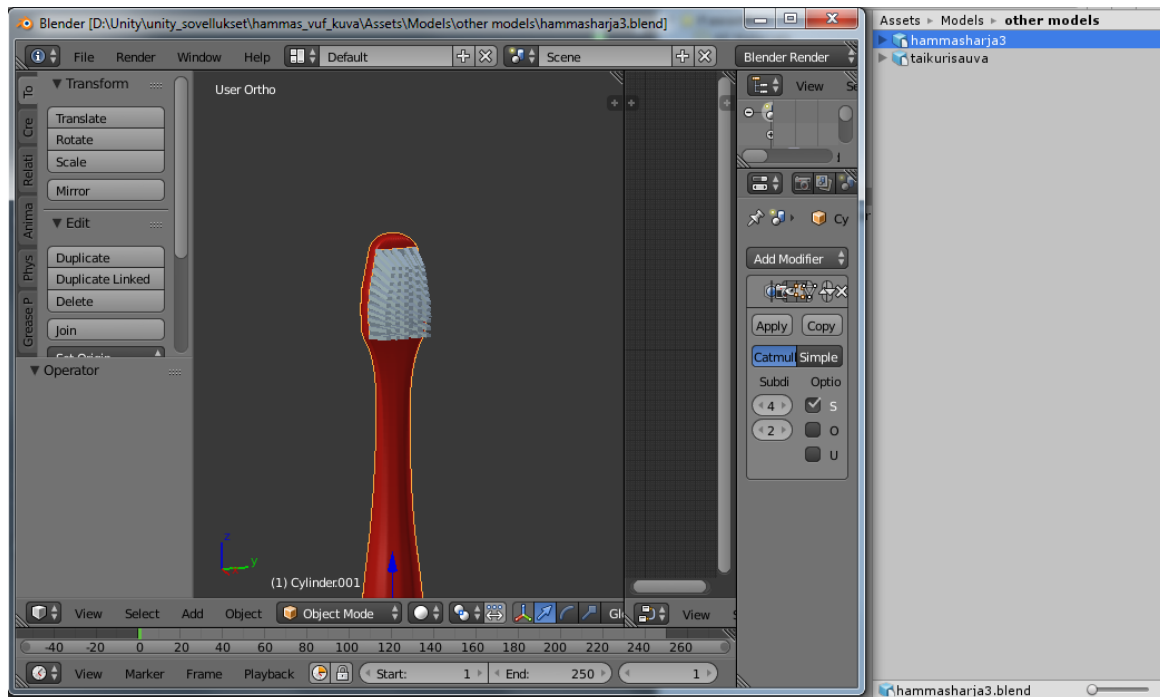
Hammasteikon ulkonäköä suunnitellessa kävi ilmi, että sopivaa hammasteikko-spriteä animaatioineen ei löytynyt valmiina. Tästä syystä pelin grafiikat päätettiin tehdä itse. Näin myös pelin yhtenäinen ilme saatiin säilytettyä.



Kuva 7: Piskelapp näkymä

3.5 Blender

Pelin 3D-mallit on tehty Blenderillä. Blender on ohjelma, jolla voi luoda esimerkiksi malleja, kuvia ja elokuvia. Blenderin käyttö on maksutonta ja käyttäjä omistaa oikeudet tekemiinsä objekteihin (Blender, 2018).



KUVA 8: Kaksoisklikkaus käynnistää Blenderin

Unity on luotu toimimaan Blenderin kanssa yhteistyössä. Unitystä käsin on mahdollista muokata Blenderistä tuotuja objekteja. Tuplaklikkaus käynnistää Blenderin ja muokkaukset tallentuvat suoraan Unityyn vietyyn objektiin (KUVA 8).

4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

4.1 Hampaiden harjauspelin palkinnot

Kuopion kaupungin hammaslääkärien kanssa pidetyssä kokouksessa (1.10.2018) sovittiin mobiilipelin palkintopankista ja sen sisällöistä. Toimeksiantajan toive oli, että palkintopankki sisältää seitsemän palkintoa, jotka aukeaisivat hampaiden pesijälle (pelaajalle) hampaiden pesukertojen (pelikertojen) myötä.

Palkinnoiksi valittiin erilaisia hattuja ja laseja eli niin sanottuja kosmeettisia palkintoja sekä hammasharjoja, taikurinsauvoja ja hammaspeikkoja. Palkinnot itsessään olisivat 2D-kuvia ja vaihtoehtoisia 3D-harjoja. Palkintopankista valitut hattu-palkinnot näytettäisiin harjauksen loputtua hetkellisesti, jolloin käyttäjä pystyisi ottamaan itsestään kuvia palkinnot päällä. Hammaspeikko ja harjapalkinnot näkyisivät valinnasta riippuen koko pelin kulun ajan.

4.1.1 Kosmeettiset palkinnot

Harjauksen lopussa pelaajan näytölle ilmestyy kosmeettinen palkinto (KUVAT 9 ja 10), joka peittää osan kuvaruudusta. Pelaaja voi asetella palkinnon kameraa liikuttamalla niin, että palkinto piiryy pelaajan päälle. Kosmeettisia palkintoja valittaessa oli otettava huomioon, että palkinnot on voitava asetella järkevästi kuvaruudulle, jotta pelaaja voi sitten lopuksi ottaa itsestään kuvan. Tästä syystä palkinnoiksi valittiin yksinkertaisia ja helppotekoisia kuvia mahdollista myöhempää kehitystä varten.



KUVA 9: Kosmeettiset palkinnot

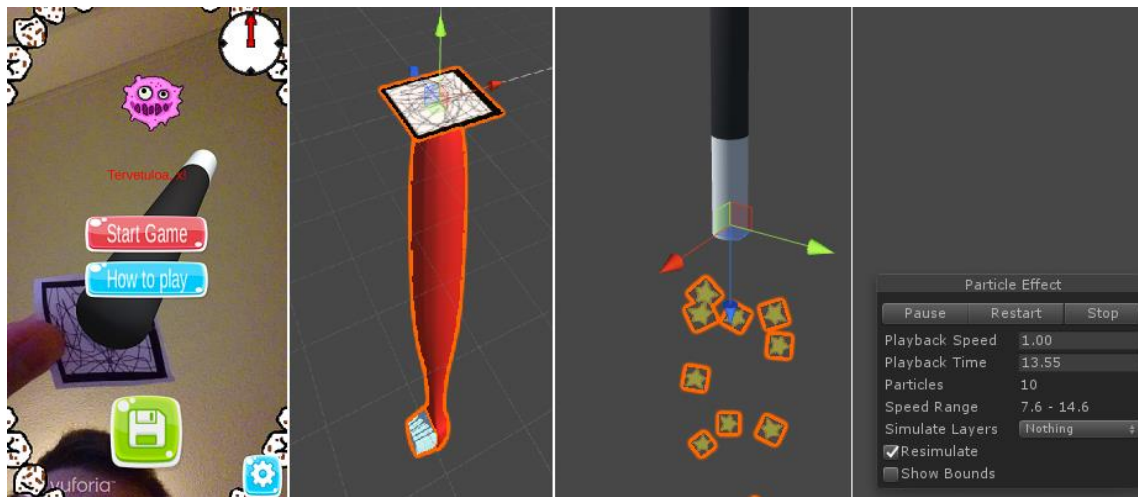
Valittu kosmeettinen palkinto tulee näkyviin 10 sekuntia pelin (harjauksen) päätyttyä. Tämän jälkeen pelaajalla on 20 sekuntia aikaa ottaa itsestään kuva (KUVA 10). Lopuksi peli palautuu takaisin alkumenuun, josta pelin voi käynnistää uudelleen.



KUVA 10: Kosmeettinen palkinto

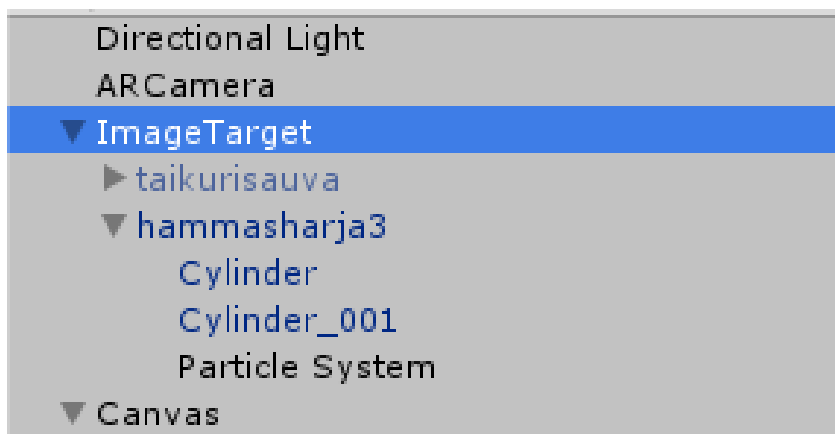
4.1.2 Hammasharja ja taikurinsauva

Hammasharja ja yhtenä palkinnoista toimiva taikurinsauva ovat molemmat blenderillä tehtyjä 3D-malleja. Mallit on sijoitettu Vuforian tunnustuskuvan alle, jolloin pelissä ne piirtyvät oikean hammasharjan tavoin. Mallit liikkuvat tunnustuskuvan perusteella ja tunnisteiden kadotessa pysähtyvät paikoilleen. Mallien päädyissä on partikkeliefektit tuomassa malliin sopivia tehosteita. (KUVA 11.)



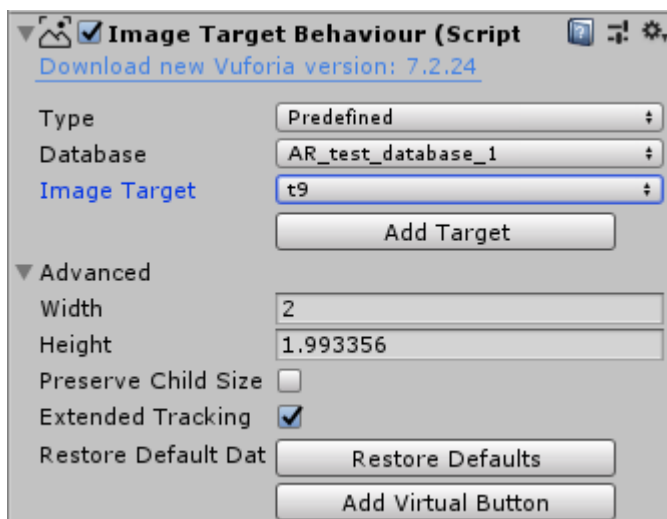
Kuva 11: Hammasharja pelissä ja hammasharja Unityn editorissa.

Harjan liikuttamisessa hyödynnettiin Unityn ominaisuutta, jossa pääobjektin liike kopioituu sen alaiselle objektille. Harjan liike perustuu täysin tunnustekuvan liikkeisiin, joten hammasharjan 3D malli ja partikkeliefektit laitetaan sen alaisuuteen omina objekteina. (KUVA 12.)



KUVA 12: Tunniste scene-viewissa

Harjamallien yläpuolella oleva Image Target (KUVA 13.) on Vuforian vaatima tunniste-objekti. Se sisältää muutamia huomioitavia asioita: tyyppiä, tietokannan, tunnustekuvan ja tehostetun seurannan. Tyypiksi valitaan predefined, koska haluttu kuva on määritelty jo ennalta. Tietokannaksi valitaan aikaisemmin Vuforian sivuilla luotu AR-test_database_1, joka sisältää "t9"-nimisen viiden tähden tunnustuskuvan. Extended tracking valitaan ruksituksi, jotta harja ei katoaisi näkyvistä tunnisteiden ollessa ei-havaittavissa.



KUVA 13: Image Target

4.1.3 Hammaspeikot

Hammaspeikkoja suunniteltaessa ulkomuodon kriteerinä oli, että ne muistuttaisivat kariesbakteeria. Valmiiden hammaspeikko-spritejen puutteen vuoksi ne päädyttiin tekemään itse. Lopputuloksena syntyi kolme erilaista hammaspeikkoa (KUVA 14.)



KUVA 14: Pelin hammaspeikot

Hammaspeikot liikkuvat neljän alueen sisällä ohjaten sitä mitä aluetta hampaista harjataan. Hammaspeikon liikehdittyä kahdeksikkoa muistuttavaa liikerataa 30 sekunnin ajan, se siirtyy seuraavalle alueelle. Siirtyessään paikasta toiseen hammaspeikko pienenee lähtiessään ja kasvaa takaisin omaan kokoonsa uuteen paikkaan päästyään.

Hammaspeikko pienenee ilmapallon lailla pois pelaajaan näkyvistä, kun harjaus on suoritettu. Hammaspeikon kukistaminen vaatii, että kaikki neljä hammasaluetta on harjattu.

4.2 Mobiilipelin palkintovalikko

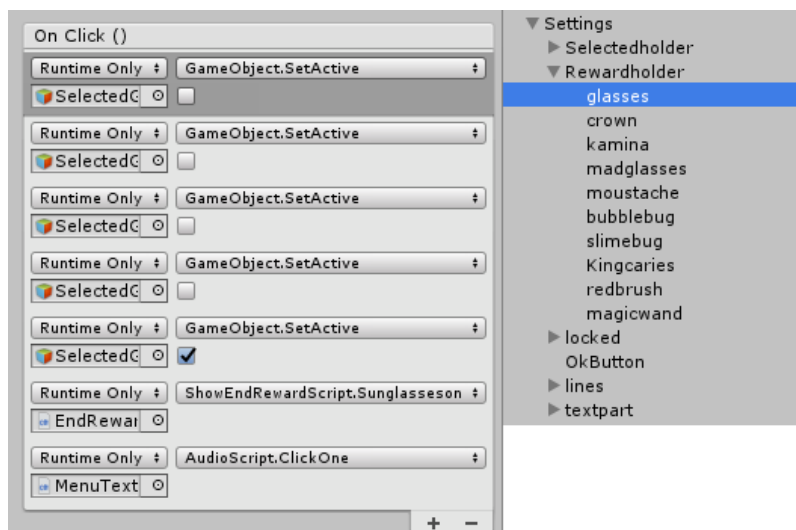
Palkintovalikon suunnittelu alkoi toimeksiantajan toiveiden mukaisesti annettuja kriteerejä kunnioittaen: valikossa tulisi näkyä kaikki palkintopankin palkinnot, sekä sen avulla tapahtuisi palkintojen aktivointi. Lisäksi käyttäjän tulisi saada selville, kuinka monta hammasharjaus eli pelikertaa vaaditaan, jotta seuraava palkinto aukeaa.

Aluksi luotiin tyhjä valikko-ikkuna, johon kerättiin kaikki hammasharjauspelin palkinnot ulkonäön suunnittelua varten. Valikosta tuli käydä ilmi mitkä palkinnoista ovat valittuna, joten vihreä nappi lisättiin valitun palkinnon alle kuvastamaan valintaa. Lukollinen kuva laitettiin sellaisten objektien päälle, jotka eivät ole vielä auenneet käyttäjän valittaviksi. Valikon yläkulmaan sijoitettiin laskurit näkyville, joista käyttäjä näki senhetkisen tilanteen avattujen palkintojen määrästä sekä vaadittavista pelikerroista, jolloin seuraava palkinto aukesi. Tähtilaatikon sisällä oleva "0/7"-laskuri tarkoitti, että yhtään palkintoa ei oltu avattu. 7/7 laskurissa tarkoitti, että kaikki 7 palkintoa oli avattu. Palkinto aukesi, kun peliä oltiin pelattu 14 kertaa. "14/14= tähti"- laskuri tarkoitti sitä, että peliä tuli olla pelattu 14 kertaa, että palkinto aukesi. Yhdestä pelikerrasta pelaaja sai yhden pisteen laskuriin. Pelaamalla peliä kaksi kertaa päivässä aamu- ja iltaharjauksen yhteydessä pelaaja sai kaksi pistettä päivää kohden. Näin ollen 14 pistettä tuli yhdessä viikossa täyteen. (Kuva 15)



KUVA 15: Palkintovalikko, jossa kaikki palkinnot eivät ole vielä avattuja

Mekaniikka valikon taustalla toimi seuraavasti: palkinnon kuva oli nappi, jolla oli kolme toimintoa: ensimmäinen toiminto asetti napin taustalla olevan vihreän valintalaatikon näkyviin ja muut saman kategorian vihreät valintalaatikat pois näkyvistä. Toinen toiminto kutsui koodia laittamaan harjauksen lopussa olevan palkinnon näkyviin ja ei-valitut palkinnot piiloon. Samassa koodissa määrittyi myös, että loppupalkinto tuli näkyviin kymmenen sekuntia pelin päätyttyä 20 sekunnin ajaksi. Kolmas toiminto kutsui koodia antamaan klikkausäänen kuvaa painettaessa. Kuvassa 16



KUVA 16: Palkintonapin toiminnot

Valikon lukko-kuvien ja numeroiden taustalla pyörii koodi, joka laskee "start game"-napin painallukset ja avasi sen mukaisesti palkintoja näkyviin lukkojen alta (KUVA 17). Yhden palkinnon avaus vaati 14 pelikertaa eli käyttäjältä viikon, mikäli harjaa hampaansa kahdesti päivässä. Pelikerrat tallentuivat PlayerPrefs-luokan avulla pelisessioiden välillä.

```

void Update () {
    tmp = counter;
    Ttp.text = tmp.ToString();

    if (amountOfUnlocked == 1)
    {
        reward1.SetActive(false);
        Tsl.text = "1";
    }
    if (amountOfUnlocked == 2)
    {
        reward1.SetActive(false);
        reward2.SetActive(false);
        Tsl.text = "2";
    }
}

public void Buttonclick()
{
    counter++;

    if (counter == 14)
    {
        //Ttp.text = "14";
        counter = 0;
        PlayerPrefs.SetInt("RWC14", counter);
        amountOfUnlocked++;
        PlayerPrefs.SetInt("AOU", amountOfUnlocked);
        PlayerPrefs.Save();
    }
    else
    {
        PlayerPrefs.SetInt("RWC14", counter);
        PlayerPrefs.Save();
    }
}

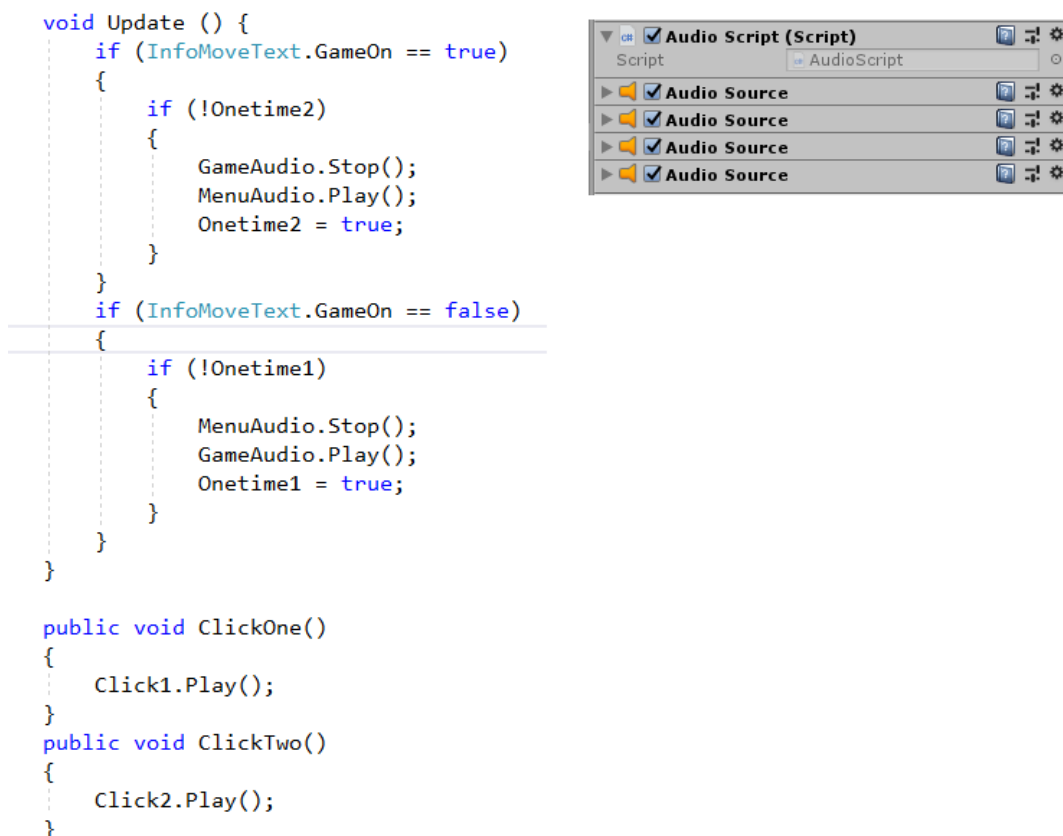
```

KUVA 17: Laskuri ja palkinnon avaus

4.3 Mobiilipelin lisäykset ja korjaukset

Palkintopankkin valmistuttua pelistä puuttui enää äänet. Kaksi taustääntä ja kaksi ääniefektiä löydettiin rojaltivapailta nettisivuilta. Klikkausäänten ja taustäänien soittaminen toteutettiin laittamalla peliobjektiin useita audio sourceja, joita hallittiin Play- ja Stop-funktioiden avulla (KUVA 18).

Pelin koodista tehtiin helppolukuisempi. Aikaisemmin osa muuttujista oli nimetty epäloogisesti ja osa koodinpätkien tarkoituksista oli jäänyt epäselväksi. Nyt koodia pystyi ymmärtämään muutkin tekijän lisäksi.



KUVA 18: musiikin ja klikkausäänten soittaminen

4.4 Mobiilipelin testaus ja havaitut ongelmat

Mobiilipelin testaus tapahtui hammaslääkärien kanssa järjestetyssä kokouksessa. Jokainen hankkeessa mukana ollut hammaslääkäri testasi peliä. Varsinainen pelin testaaja oli hammaslääkäri, jolla ei ollut aikaisempaa kokemusta pelistä.

Kun peliä testattiin mobiililaitteella, ilmeni siinä erittäin pahoja ongelmia kuvataajuudessa. Tunnisteen liikkeen seuraaminen vei kännykältä liian paljon tehoja. Kännykän laskentatehojen loppuessa kännykkä alkoi kuumentua ja toimimaan hitaasti, jolloin peliä ei voinut pelata enää nautinnollisesti. Toistaiseksi tähän ongelmaan ei löydetty ratkaisua.

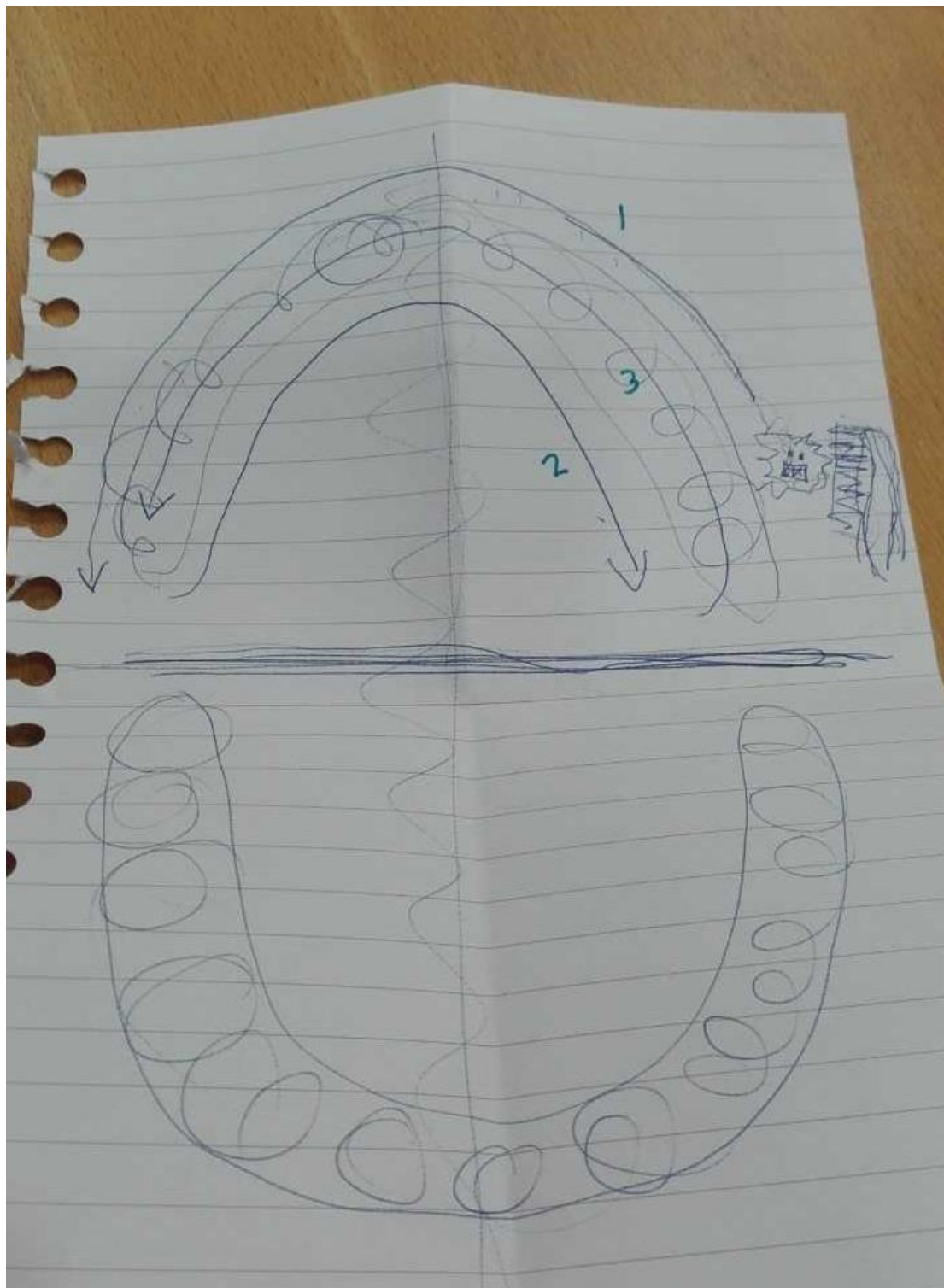
Toisena ongelmana oli saada ensimmäistä kertaa peliä pelaava henkilö pelaamaan peliä oikein. Pelissä oli kyllä ohjeet siitä, kuinka peliä tuli pelata, mutta kukaan ensikertaa pelaavista ei klikannut ohjeita. Tämä aiheutti sen, että pelaaja ei tiennyt pelin käynnistyttyä mitä tehdä. Ongelmaan haettiin ratkaisua yhteistyössä hammaslääkärien kanssa. Hammaslääkärien kanssa päätettiin, että peliä muutettaisiin niin, että pelaajaa ohjeistetaan pelin aikana esimerkiksi näyttävän hammasharjan toimesta.

5 MOBIILIPELIN JATKOKEHITTELYIDEAT

Hammaslääkärien kanssa pidetyssä kokouksessa (14.12.2018) päätettiin, että sovelluksen kehittämistä jatketaan. Jatkokehityksen kannalta sovelluksen merkittävin muutos on AR-ominaisuuden poistaminen ja siitä johtuva harjauksen ohjeistamisen muuttuminen. Lisäksi mobiilipeliin tullaan tekemään seuraavia muutoksia:

- Peli tulee jatkossa muistuttamaan käyttäjää viestillä/ilmoituksella, kun harjaus tulee suorittaa. Käyttäjä voi itse valita valikosta ajat jolloin peli ilmoittaa aamu- ja iltaharjauksesta.
- Tunnisteella toimivan AR-harjan sijaan käytetään koodin avulla liikkuvaa harjaa, joka näyttää miten kuvaruudulla olevat hampaat harjataan. Esimerkkiin perustuen käyttäjä osaa tämän perusteella harjata omat hampaansa.
- Pelissä näkyviä hampaita muutetaan siten, että ne näkyvät kokonaisuudessaan pelissä, jotta hampaiden kaikki pinnat olisivat näkyvissä.
- Hampaisto jaetaan kahteen osaan: ylähampaisiin ja alahampaisiin. hammasharja ja hammaspeikko tulevat liikkumaan minuutin ajan kummassakin osiossa. ylä ja alahampaiden ulkonäöstä tehdään oikeaa hampaistoa muistuttava.
- Lisätään ohjeistusta kertomaan mitä pelissä tulee tehdä. Esimerkiksi "seuraa harjalla hammaspeikkoa!"
- Pelistä tehtävä sellainen, että uusi käyttäjä ymmärtää mitä pelissä tehdään, vaikka ohjeita ei luettaisikaan. Jokainen nykyistä versiota testanneista jätti ohjeet lukematta, joten on ensiarvoisen tärkeää, että peli ohjeistaa käyttäjää pelin aikana.
- Peliin tehdään oma valuutta, jolla voi ostaa palkintoja palkintopankista. Valuutta voi toimia esimerkiksi näin.
 - Käyttäjä pelaa peliä 14 kertaa ja saa siitä 14 pistettä.
 - Tietyllä määrällä pisteitä käyttäjä voi ostaa tietynhintaisen palkinnon palkintopankista.
- Käyttäjä voi ottaa itsestään kuvan ja kuva tallentuu galleriaan.
- Pelin grafiikasta tulee tehdä yhtenäistä. Tämä tarkoittaa sitä, että grafiikan tulisi olla itsetehtyä, jotta ulkonäkö säilyisi samana.

- Hammasharjan ja hammaspeikon liikeradasta tehdään kolmiosainen: hampaiden huulen puoleisen kruunun pinta, Kielen puoleisen kruunun pinta ja purentaosan pinta (KUVA 23). Jokaisessa osassa hammaspeikko ja harja viiptyvät n. 20 sekunnin ajan, jolloin suositusten mukainen 2 minuuttia täyttyy, kun yläpuolen hampaiden 3 x 20s ja alapuolen hampaiden 3 x 20s ajat yhdistetään.



KUVA 19: suunnitelma harjan ja hammaspeikon liikkeestä

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Sosiaali- ja terveydenhuollossa on yhä enenevässä määrin alettu hyödyntämään digitalisaation erilaisia mahdollisuuksia. Virtuaali- ja lisätyn todellisuuden käyttökohteet ovat laajentuneet viime vuosina. Ojan (2017) mukaan VR- ja AR käyttökohteita ovat hoidon- ja diagnostiikan, kivunhoidon, kuntoutuksen ja toiminnallisen tuen, ensihoidon ja pelastustoimen ohella myös terveyden edistäminen ja ohjaus, joihin tälläkin pelillä pyrittiin.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli saattaa Kuopion kaupungin suunterveydehuollon yksikölle kesän harjoittelun aikana aloitettu hampaiden harjauksen AR-mobiilipeli valmiiksi. Mobiilipelin tarkoitus oli motivoida asiakkaita harjaamaan hampaitaan ja opastaa käyttäjiä harjaamaan hampaitaan oikealla tavalla kahden minuutin ajan aamulla ja illalla. Ensimmäinen tehtäväni oli selvittää, mitä kaikkea AR-pelin luominen vaatisi. Tulin siihen tulokseen, että saan luotua AR-sovelluksen parhaiten Unityn avulla. Seuraavaksi minun piti päättää, mitä lisätyn todellisuuden lisäosaa käyttäisin toteutuksessa. toteukseen valitsin Vuforian, sillä se sopi parhaiten haluttuun tilanteeseen. Seuraavaksi aloin opiskelemaan miten Vuforian tunnistaminen oikein toimii. Tein useita testejä käyttäen tunnistuskuvia ja oikeaa hammasharjaa, joita yritin Vuforialla tunnistaa. Oli selvää, että pelkän harjan tunnistaminen ei onnistuisi pienen koon ja peittyvyyden vuoksi, joten ainoaksi vaihtoehdoksi jäi litteän tunnisteen käyttäminen. Kun harja oli saatu virtuaalisesti peliin, luotiin pelimekaniikka jossa hammaspeikko kierteli hampaiston ympärillä. Harjoittelun viimeisessä kokouksessa päätettiin, että pelaaja olisi hyvä palkita harjauksesta. Harjoittelu kuitenkin päättyi ja palkitseminen jäi puuttumaan pelistä.

Opinnäytteen aikana peliin tehtiin palkintopankki, joka jäi puuttumaan harjoittelun aikana tehdystä versiosta. Palkintopankin idea oli luoda systeemi, joka palkitsee ja motivoi pelaajaa harjauksen suorittamisesta. Palkintopankki luotiin onnistuneesti kokonaan valmiiksi. Kuopion kaupungin hammaslääkärit olivat tyytyväisiä työn tulokseen ja he keksivät paljon uusia toteuttamiskelpoisia lisäyksiä ja parannusehdotuksia peliin.

Opinnäytettä tehtäessä mobiilipelissä oli ongelmia eri resoluutioiden skaalauksien suhteen. Lopullisen version skaalaus jäi 1080x1920 resoluutiolle, mikä tarkoitti ongelmia esimerkiksi tablettien resoluutioiden (esim. 1024 x 600) kanssa. Jos huonon skaalauksen haluaisi korjata, täytyisi koodiin ja lähes kaikkiin objekteihin tehdä merkittäviä muutoksia. Jos aloittaisin sovelluksen luomisen alusta, ottaisin huomioon älypuhelimien ja tablettien välisen eron skaalauksissa alusta alkaen, enkä vasta viimeiseksi.

Hampaiden harjauksen mobiilipeliä tullaan tulevaisuudessa jatkokehittämään ilman augmented reality pluginia, sillä siitä aiheutuva hitaus oli liian ongelmallinen eikä ollut myöskään käyttäjäystävällinen. AR-harja tullaan korvaamaan itsestään liikkuvalla 2D harjalla, joka suorittaa esimerkiksi tavallaan harjata hampaat oikein. Tämän ansiosta peli tulee olemaan ystävällisempi myös ensikertalaisia kohtaan.

Mielestäni lisätty todellisuus tulee yleistymään tulevaisuuden arjessa. Tällä hetkellä lisättyä todellisuutta käytetään suhteellisen vähän erinäisissä sovelluksissa sen kömpelyyden vuoksi. Tämän hetkisiä tunnetuimpia AR-sovelluksia on erilaiset sovellukset, jotka esimerkiksi muokkaavat käyttäjän kasvot oksentamaan sateenkaarta. Huvin lisäksi lisätyn todellisuuden avulla pystyy myös hyödyllisyyteen. Tällä hetkellä kehitteillä on sovelluksia, jotka esimerkiksi pystyvät kääntämään kiinan kielen reaaliajassa toiselle kielelle, kun käyttäjä kuvaa kiinankielistä tekstiä. Uskon vahvasti, että lisättyä todellisuutta tullaan kehittämään suorituskyvyn ja käytettävyyden osalta, sillä kysyntää AR-pohjaisille sovelluksille on jo olemassa.

Opinnäytetyö syvensi osaamistani Unityn käytössä, sekä nyt minulla on selkeä kuva siitä, mitä sovelluksen kehittäminen ja testaus vaatii. Jos tulevaisuudessa pääsen työskentelemään samankaltaisten projektien parissa, osaan nyt hahmottaa mitä kaikkea sovelluksen luominen suunnittelupöydältä itse käyttöön vaatii.

Pelin jatkokehityksessä päätyisin toteuttamaan mobiilipelin uudestaan Unityllä, koska sen kanssa mobiilipelin työstäminen oli sujuvaa. Augmented realityn jättäisin kokonaan pois seuraavasta versiosta, koska sen tarjoama hyöty on pienempi kuin haitta tämänkaltaisen pelin kanssa. Mielestäni seuraavan käyttäjän kannattaa aloittaa sovelluksen luonti puhtaalta pöydältä, koska sovellukseen halutut muutokset ovat sen verran suuria, että koodi olisi hyvä kirjoittaa alusta. Lisäksi Unity olisi hyvä päivittää uusimpaan versioon. Jos nykyisen peliprojektin käynnistää uusimmassa Unityn versiossa, se särkyy.

Mielestäni onnistuin tekemään hauskan ja innostavan pelin mobiililaitteelle, vaikka skaalauksesta ei tullutkaan täysin sujuvaa. Lisäksi olen tyytyväinen, että sain toteutettua aluksi haasteelliselta näyttäneen palkintopankin. Yhteistyö Kuopion kaupungin suunterveydenhuollon yksikön hammaslääkäreiden kanssa oli sujuvaa. Monialainen työskentely mobiilipelin kehittämisessä oli minulle uutta ja laajensi ymmärrystäni terveydenhuollon nykypäivästä, jossa hyödynnetään todella paljon digitalisaatiota.

LÄHTEET

- Apple 2018. ARKit - Apple Developer. [Viitattu 2018-11-28] Saatavissa: <https://developer.apple.com/arkit/>
- Azuma, R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. [Viitattu 2018-11-28] SAATAVISSA: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- Blender 2018. [Viitattu 2018-11-28] Saatavissa: <https://www.blender.org/>
- Google 2018. ARCore Overview. [Viitattu 2018-11-28] Saatavissa: <https://developers.google.com/ar/discover/>
- Hamari, J.;& Koivisto, J. 2013. *Social motivations to use gamification: an empirical study of gamifying exercise*. Tampere: School of Information Sciences, 33014 University of Tampere, Finland. [Viitattu 2018-11-28] Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/236269293_Social_motivations_to_use_gamification_An_empirical_study_of_gamifying_exercise
- Kujala, S.;Rajalahti, E.;Heponiemi, T.;& Pirjo, H. (2018). *U.S National Library of Medicine*. [Viitattu 2018-12-3] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29677947>
- NAVAL RESEARCH LAB WASHINGTON DC. 2001. *Recent Advances in Augmented Reality*. [Viitattu 2018-12-3] Saatavissa: <https://apps.dtic.mil/docs/citations/ADA606245>
- Oja, T. 2017. Virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden mahdollisuudet terveydenhuollossa. [Viitattu 2018-12-3] Saatavissa: https://www.terveysjatalouspaivat.fi/wp-content/uploads/sites/2/2017/08/Oja_Toni_Virtuaali-ja-lis%C3%A4tyn-todellisuuden-mahdollisuudet.pdf
- Unity 2018. [Viitattu 2018-12-4] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/android-sdksetup.html>
- Unity 2018. Unity Manual: Asset Workflow. [Viitattu 2018-12-4] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/AssetWorkflow.html>
- Unity 2018. Unity Manual: Particle Systems. [Viitattu 2018-12-4] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/ParticleSystems.html>
- Unity 2018. Unity Scripting API: Sprite. [Viitattu 2018-12-4] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Sprite.html>
- Unity 2018. Unity Technologies. [Viitattu 2018-11-28] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/vuforia-sdk-overview.html>
- Unity 2018. Unity Technologies. [Viitattu 2018-12-15] Saatavissa: <https://unity3d.com/unity>
- Ängeslevä, S. 2014. *Työruutiinit peliksi*. Talentum Media. [Viitattu 2018-12-15] Saatavissa: <https://docplayer.fi/48362894-Sonja-angesleva-tyorutiinit-peliksi.html>