

Jani Kurkinen

**Virtuaalitodellisuuden uusi nousu — Oculus Rift  
-sovelluskehityksen työkalut**

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

15. toukokuuta 2015

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

**Tekijä:** Jani Kurkinen

**Yhteystiedot:** jani.o.kurkinen@student.jyu.fi

**Työn nimi:** Virtuaalitodellisuuden uusi nousu — Oculus Rift -sovelluskehityksen työkalut

**Title in English:** The dawn of virtual reality — tools for Oculus Rift software development

**Työ:** Kandidaatintutkielma

**Sivumäärä:** 25+0

**Tiivistelmä:** Virtuaalitodellisuudesta ennustetaan seuraavaa suurta ilmiötä ICT-alalla. Monet suuret teknologia-alan yritykset ovat tuomassa virtuaalitodellisuuden mahdollistavia tuotteita markkinoille lähivuosien aikana. Tämä tutkielma tarkastelee tätä ilmiötä ja kartoittaa, mitä pelimoottoreita sovelluskehittäjillä on käytettävissä Oculus Rift -virtuaalilaseilla toimivien sovellusten kehittämiseen. Valinnanvara löytyy jo nyt, ja on odotettavissa, että tulevaisuudessa yhä useampi pelimoottori tukee Oculus Riftiä.

**Avainsanat:** virtuaalitodellisuus, VR, Oculus Rift, pelimoottori

**Abstract:** Virtual reality is expected to be the next big thing in the ICT sector. A great number of major technology companies have started to develop new head-mounted displays in recent years. This study examines this phenomenon and lists some game engines that software developers can use to make applications for Oculus Rift virtual reality headset. There are already some game engines that support this technology. It is expected that the amount of game engines with Oculus Rift support will increase in the near future.

**Keywords:** virtual reality, VR, Oculus Rift, game engine

## Kuviot

Kuvio 1. The Nintendo Virtual Boy. Lähde: <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1d/Virtual-Boy-Set.png/604px-Virtual-Boy-Set.png">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1d/Virtual-Boy-Set.png/604px-Virtual-Boy-Set.png</a> .....	4
Kuvio 2. Oculus Rift Development Kit 2. Lähde: <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Oculus_Rift_development_kit_2.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Oculus_Rift_development_kit_2.jpg</a> .....	5
Kuvio 3. Samsung Gear VR. Lähde: <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Samsung_Gear_VR_(15247457825).jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Samsung_Gear_VR_(15247457825).jpg</a> .....	6
Kuvio 4. Kuvankaappaus Half Life 2 -pelin virtuaalitodellisuustilasta (Valve Corporation, 2004) .....	8
Kuvio 5. Informaation eteneminen käyttäjän liikkeestä päivitetyn kuvan näkemiseen .....	13

# Sisältö

1	JOHDANTO .....	1
2	PÄÄSSÄ PIDETTÄVIEN NÄYTTÖLAITTEIDEN KEHITTYMINEN .....	3
2.1	Oculus Rift .....	5
2.2	Samsung Gear VR .....	6
2.3	Project Morpheus.....	7
2.4	Nykyaikaisten virtuaalilasien toimintaperiaate .....	7
3	VIRTUAALITODELLISUUDEN HAASTEITA .....	9
3.1	Ohjaimet .....	10
3.2	Näkökenttä .....	11
3.3	Simulaattoripahoinvointi .....	12
4	OCULUS RIFT -TUELLA VARUSTETUT PELIMOOTTORIT .....	14
4.1	Unity .....	15
4.2	Unreal Engine 4.....	16
4.3	JMonkeyEngine.....	16
4.4	Tekeillä olevat Oculus Rift -tuelliset pelimoottorit .....	17
5	YHTEENVETO .....	18
	KIRJALLISUUTTA .....	19

# 1 Johdanto

Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tietokoneen luomaa ympäristöä, jossa käyttäjä tuntee olevansa läsnä datan visuaalisesta esittämistavasta johtuen (McLellan, 1996). Siinä käyttäjä näkee vain keinotekoisien ympäristön. Käsitteenä ”virtuaalitodellisuus” on saanut osakseen kritiikkiä, mutta siitä on tullut vakiintunut ilmaus (McLellan, 1996).

Virtuaalitodellisuuden mahdollistavista laitteista on puhuttu jo pitkään, mutta ne eivät ole vielä yleistyneet yhtä nopeasti kuin esimerkiksi älypuhelimet. Yrittäjiä on ollut, mutta laitteet ovat olleet liian kalliita tai teknisesti alkeellisia, jotta kuluttajat olisivat kiinnostuneet niistä. Nyt virtuaalitodellisuutta ollaan taas tuomassa markkinoille, sillä viimeisien vuosien aikana monet suuret teknologia-alan yritykset ovat alkaneet kehittää omia päässä pidettäviä näyttölaitteita (engl. *head-mounted display*, HMD). Esimerkiksi Facebook, Sony, Samsung ja Valve ovat kiinnostuneet virtuaalitodellisuudesta. On arvioitu, että vuoteen 2018 mennessä virtuaalitodellisuus muodostaa 5,2 miljardin Yhdysvaltain dollarin (USD) arvoiset markkinat (KZero, 2015).

Virtuaalitodellisuuden lisäksi monet valmistajat ovat tuomassa markkinoille myös niin kutsutun tehostetun todellisuuden tuotteita (engl. *augmented reality*, AR). AR eroaa virtuaalitodellisuudesta siten, että siinä lisätään virtuaalista grafiikkaa todellisen ympäristön näkymään, eli nimensä mukaisesti siinä tehostetaan todellisuutta. Tässä tutkielmassa käsitellään vain virtuaalitodellisuuteen liittyviä tuotteita ja työkaluja.

Virtuaalitodellisuus tarvitsee menestyäkseen paljon laadukasta sisältöä, jonka tuottamiseksi tarvitaan toimivia ohjelmistoja. Tässä tutkielmassa tarkastellaan joitakin pelimoottoreita, joita sovelluskehittäjillä on käytettävissä interaktiivisten virtuaalisten 3D-ympäristöjen luomiseen Oculus Rift -virtuaalilaseille. Oculus Rift on ehkäpä parhaiten tunnettu vaihtoehto nykyisistä virtuaalilaseista. Tuotetta kehittävä yritys on kasvanut nopeasti eikä kyseisten virtuaalilasien myyntiä ole rajoitettu, joten kuka tahansa pystyy hankkimaan ne sovellusten kehittämistä varten. Muun muassa

nämä syyt vaikuttivat Oculus Riftin valintaan tässä tutkielmassa.

Vaikka pelit ovatkin ehkä kaikista ilmeisin virtuaalitodellisuuden soveltamisen muoto, voidaan virtuaalitodellisuutta soveltaa myös moniin muihin erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten lääketieteeseen ja opetukseen (McLellan, 1996). Oculus Riftiä on jo esimerkiksi hyödynnetty palovammapotilaiden hoidossa ja tulokset ovat olleet lupaavia (Hoffman, Meyer, Ramirez, Roberts, Seibel, Atzori, Sharar ja Patterson, 2014). Tutkimuksessa potilas laitettiin pelaamaan talviaiheistä sisältöä Oculus Riftillä kivuliaan hoitoprosessin ajaksi, ja hän kertoi kokeneensa vähemmän kipua verrattuna vastaaviin hoitotoimenpiteisiin ilman Oculus Riftiä. Tutkimus tarkasteli kuitenkin vain yhtä tapausta, ja hoidettava potilas oli vasta 11-vuotias.

Luvussa 2 käsitellään lyhyesti virtuaalilasien kehitystä ja toimintaperiaatetta. Luku 3 keskittyy virtuaalitodellisuuteen liittyviin haasteisiin. Luvussa 4 kartoitetaan Oculus Riftiä tukevien pelimoottoreiden tilannetta. Tutkimusmenetelmänä käytetään kuvailevaa kirjallisuuskatsausta, koska asioita käsitellään vain yleisellä tasolla.

## 2 Päässä pidettävien näyttölaitteiden kehittyminen

Yhtenä ensimmäisistä tietokonegrafiikkaa käyttävistä virtuaalilaseista voidaan pitää Ivan Sutherlandin vuonna 1968 rakentamaa laitetta (Sutherland, 1968). Se näytti stereokuvaa yksinkertaisesta viivoista piirretyistä objekteista, ja käyttäjän näkemä näkökenttä oli 40 astetta (Sutherland, 1968). Sutherlandin laite pystyi seuraamaan käyttäjän pään liikkeitä ja muuttamaan näyttämänsä stereokuvan perspektiiviä niiden perusteella. Koska 1960-luvun tietokoneet pystyivät piirtämään ainoastaan varsin alkeellista grafiikkaa, Sutherland päätti lopettaa työskentelyn laitteensa parissa (McLellan, 1996).

Eric Howlettin Cyberface ja CPL Researchin EyePhone olivat ensimmäiset kaupalliset virtuaalilasit ilmestyessään markkinoille vuonna 1989 (Heikkilä, 2013). Cyberface näytti mustavalkoista kuvaa, mutta erikoisuutena siinä oli peräti 145 astetta laaja näkökenttä (Heikkilä, 2013). Tämä on varsin laaja nykyaikaisiinkin virtuaalilaseihin verrattuna. Laitteet eivät kuitenkaan soveltuneet tavallisille kuluttajille korkeiden hintojensa vuoksi (Heikkilä, 2013).

Ehkä tunnetuimmat pelaamiseen tarkoitetut virtuaalilasit kehitti Nintendo 1990-luvulla. "The Nintendo Virtual Boy" oli ensimmäinen kuluttajamarkkinoille julkaistu stereoskooppinen pelikonsoli, mutta tuote ei kuitenkaan menestynyt läheskään toivotulla tavalla, minkä vuoksi Nintendo lakkautti sen myynnin vain vuosi julkaisun jälkeen (Zachara ja Zagal, 2009). Virtual Boy'n epäonnistumisesta huolimatta seuraavien vuosien aikana valmistajat sortuivat samoihin virheisiin, kuten liian kapeisiin katselukulmiin sekä häiritsevän pitkään viiveeseen liikkeentunnistuksessa (Heikkilä, 2013).

Viimeisimpien vuosien aikana monet yritykset ovat ilmoittaneet kehittävänsä virtuaalilaseja. Virtuaalitodellisuus osoittaa nyt yleistymisen merkkejä ja odotukset sitä kohtaan ovat jälleen korkealla. Syitä tähän ilmiöön on monia. Esimerkiksi aiempaa helppokäyttöisemmät pelimoottorit, mobiiliteknologian kehitys ja Mooren laki, jonka mukaan mikropiirien transistorien määrä kaksinkertaistuu noin vuoden välein,



Kuvio 1. The Nintendo Virtual Boy. Lähde: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1d/Virtual-Boy-Set.png/604px-Virtual-Boy-Set.png>

ovat vauhdittaneet laitteiden kehitystä (Moore, 1998; Bolas, Iliff, Hoberman, Burba, Phan, McDowall, Luckey ja Krum, 2013).

Virtuaalilasien nykyisen trendin aloitti Palmer Luckeyn perustama Oculus VR -niminen yritys. John Carmack esitteli Oculus Rift -virtuaalilasit vuoden 2012 Electronic Entertainment Expo -messuilla Los Angelesissa (Wingfield, 2013). Luckeyn rakentamat ja Carmackin ohjelmistoa hyödyntävät lasit saivat osakseen paljon julkisuutta, ja myöhemmin laitteelle järjestetty Kickstarter-joukkorahoitus päättyi menestyksekkäästi, kun kampanjalla saatiin kerättyä 2,4 miljoonaa USD (Wingfield, 2013). Maaliskuussa 2014 Facebook ilmoitti ostaneensa Oculus VR:n 2 miljardilla USD:lla (Facebook, 2014). Ei voida kuitenkaan sanoa, että Oculus Riftin esittely käynnisti kaikkien muiden yritysten projektit virtuaalilasien parissa, mutta varmasti monet ottivat siitä vaikutteita.



## 2.1 Oculus Rift

Oculus Riftistä on julkaistu tähän mennessä kaksi ”kehittäjäversiota” myyntiin. Julkaisujen pääasiallisena tarkoituksena on ollut saada ohjelmistokehittäjät tutustumaan laitteeseen ja tuottamaan sitä tukevaa sisältöä. Virallisesti ne ovatkin tarkoitettu vain ohjelmistokehittäjille, mutta tämä ei kuitenkaan rajoita tuotteen myyntiä muille osapuolille. Kehittäjäversioista ensimmäinen, Development Kit (DK1), julkaistiin maaliskuussa 2013. Se herätti runsaasti huomiota olemalla huomattavasti halvempi ja ominaisuuksiltaan laadukkaampi kuin aiemmat vastaavat tuotteet (Heikkilä, 2013). DK1:n näytön resoluutio oli kuitenkin vaatimattomat 1280×720 pikseliä (Oculus VR, 2015a). Myös sijainnin seuranta (engl. *positional tracking*) puuttui DK1:stä. Myöhemmin Oculus VR teki DK1:stä avoimen, eli siihen liittyvät lähdekoodit ovat nykyään julkisia (Iribe ja Mitchell, 2014).

Seuraava kehittäjäversio, Development Kit 2 (DK2), julkaistiin heinäkuussa 2014 ja se korvasi sitä edeltäneen DK1:n. DK2 oli suuri harppaus edellisestä versiosta: näytön resoluutio nousi 1920×1080 pikseliin, virkistystaajuus 75 hertsiin ja merkittävimpana uudistuksena laitteen sijaintia pystyi nyt seuraamaan erillisellä kameralla (Oculus VR, 2015a). Syyskuussa 2014 Oculus VR ilmoitti myyneensä kaikkiaan 100 000 Oculus Rift -kehittäjäversiota (Iribe ja Mitchell, 2014).



Kuvio 2. Oculus Rift Development Kit 2. Lähde: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Oculus\\_Rift\\_development\\_kit\\_2.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Oculus_Rift_development_kit_2.jpg)

## 2.2 Samsung Gear VR

Samsung osoitti kiinnostuksensa virtuaalitodellisuutta kohtaan esittelemällä Gear VR:n syyskuussa 2014 (Oculus VR, 2014). Kyseessä on Oculus VR:n kanssa yhteistyönä tuotettu HMD, joka koostuu kahdesta eri osasta: näytöstä ja telakasta, johon näyttö asennetaan (ks. kuvio 3) (Oculus VR, 2014). Näyttönä ja virtalähteenä toimii Samsung Galaxy Note 4 -älypuhelin, mikä mahdollistaa langattomuuden, ja telakkaosa sisältää muun muassa liikkeentunnistuksessa vaadittavia komponentteja (Oculus VR, 2014).

Koska mobiililaitemarkkinat ovat jo valmiiksi suuret, on Gear VR:llä mahdollisuus saavuttaa suuri asiakaskunta nopeasti. Jo julkaistu versio Gear VR:stä on Samsungin yksinoikeus, joten sitä ei voi käyttää kilpailevien yritysten laitteilla. Kuten Oculus Rift DK1 ja DK2, myös Gear VR on tarkoitettu toistaiseksi lähinnä ohjelmistokehittäjille ja virallisesti sen nykyistä versiota kutsutaankin nimellä "Innovator Edition" (Oculus VR, 2014). Ensimmäinen kuluttajamarkkinoille tarkoitettu versio tuotteesta on tulossa vuoden 2015 aikana (Carmack, 2015).



Kuvio 3. Samsung Gear VR. Lähde: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Samsung\\_Gear\\_VR\\_\(15247457825\).jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Samsung_Gear_VR_(15247457825).jpg)

## 2.3 Project Morpheus

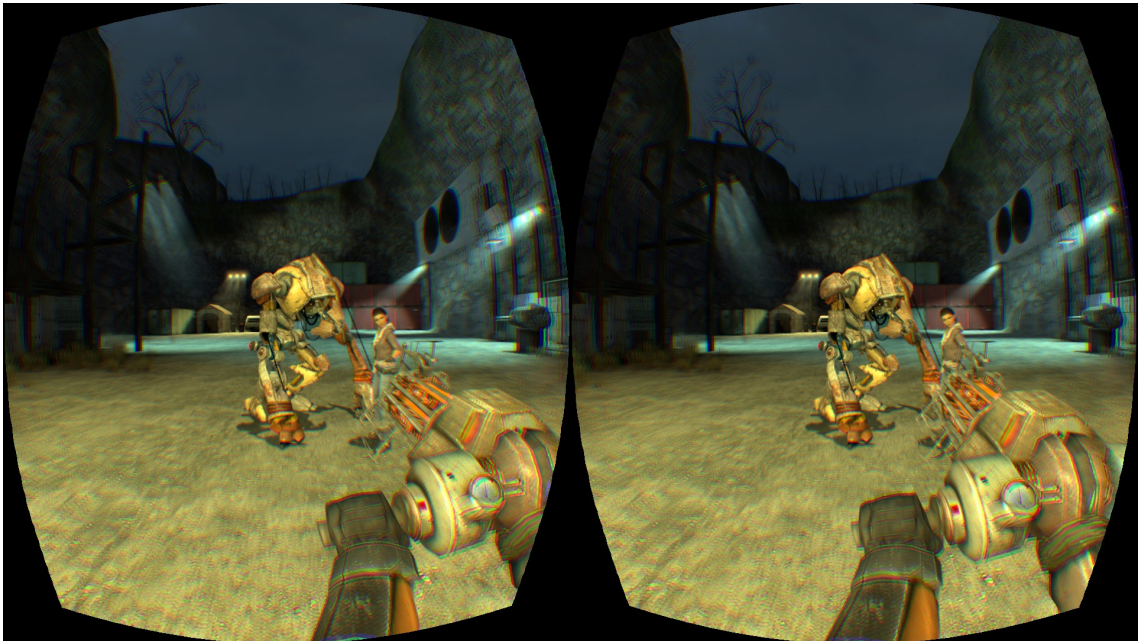
Project Morpheus on Sonyn kehittämä HMD, jonka luvataan tulevan myyntiin vuoden 2016 ensimmäisellä puoliskolla (Sony, 2015). Laite toimii yhdessä Sonyn PlayStation 4 -pelikonsolin kanssa, eikä muista alustoista ole ainakaan toistaiseksi kerrottu. Project Morpheus muistuttaa ehkä eniten Virtual Boyta tässä tutkielmassa esitellyistä virtuaalilaseista, koska sekin tullaan julkaisemaan pelikonsolimarkkinoille. Se ei kuitenkaan sisällä aivan samoja virheitä kuin mitä Virtual Boyssa oli. PlayStation 4 on jo varsin yleistynyt pelikonsoli, ja mikäli edes pieni osa tähän mennessä julkaistuista peleistä saadaan toimimaan sujuvasti Project Morpheuksella, ei peleistä tule olemaan samanlaista pulaa kuin Virtual Boylla. Lisäksi näyttöteknologiassa ja käyttöergonomiassa on otettu huomioon harppauksia eteenpäin.

Nähtäväksi jää, ovatko PlayStation 4:n rajoitukset ongelma Project Morpheuksen myynnissä. PC:t ja mobiililaitteet kehittyvät nopealla tahdilla, mutta pelikonsolien elinkaari on yleensä ollut useita vuosia. Tästä syystä on mahdollista, että PlayStation 4:n suorituskyky osoittautuu nopeasti ongelmaksi.

## 2.4 Nykyaikaisten virtuaalilasien toimintaperiaate

Markkinoille lähiaikoina ilmestyvät virtuaalilasit ovat toiminnaltaan hyvin samankaltaisia. Näyttö jaetaan kuvion 4 mukaisesti kahteen osaan, jotta käyttäjän molemmat silmät näkevät hieman erilaiset kuvat, jotka ovat ideaalitulanteessa käyttäjän pupillien välisen etäisyyden (engl. *interpupillary distance*, IPD) verran etäällä toisistaan (Oculus VR, 2015a). Yhden näytön sijasta virtuaalilaseissa voi olla kaksi erillistä näyttöä, kuten Oculus Riftin uusimmassa prototyypissä Crescent Bayssa (Mitchell, Luckey, Brown ja Bettner, 2015). Näyttöä katsellaan suurentavien linssien läpi, jotta käyttäjälle näkyvä näkökenttä olisi mahdollisimman suuri (Oculus VR, 2015b).

Oculus Rift DK2:n liikkeentunnistukseen käytetään muun muassa gyroskooppeja ja kiihtyvyydsantureita (Oculus VR, 2015b). Sijainnin seurantaan käytetään erillistä kameraa (Oculus VR, 2015b). Näistä saatavan informaation avulla pystytään seuraamaan kaikkia käyttäjän pään liikkeitä.



Kuvio 4. Kuvankaappaus Half Life 2 -pelin virtuaalitodellisuustilasta (Valve Corporation, 2004)

### 3 Virtuaalitodellisuuden haasteita

Yksi tärkeimmistä virtuaalitodellisuuden tavoitteista on saada käyttäjä todella tuntemaan, että hän on läsnä virtuaalisessa ympäristössä (McLellan, 1996). Oculus VR on yhteistyönä Valven kanssa määritellyt viisi eri osa-aluetta, joihin on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta mahdollisimman hyvä immersio, eli luonnollisen läsnäolon tunne saavutettaisiin: seuranta, viive, kuvan pysyvyys (engl. *persistence*), resoluutio ja optiikka (Iribe ja Mitchell, 2014). Kuvan pysyvyydellä tarkoitetaan, kuinka kauan yksittäinen kuva (engl. *frame*) näkyy näytöllä ennen seuraavan piirtämistä. Kuvien välillä näyttö sammutetaan, jotta sillä näkyvä liike ei näyttäisi sumealta.

Virtuaalitodellisuuden yleistymisen esteenä on ollut monenlaisia ongelmia, joihin ei toistaiseksi ole löydetty täydellisiä ratkaisuja. Zachara ja Zagal (2009) ovat käsitelleet näitä ongelmia artikkelissaan, jossa tarkasteltavana laitteena oli Nintendon Virtual Boy -pelikonsoli. He havaitsivat, että ongelmat eivät olleet pelkästään teknisiä, vaan myös sosiaalisia: Pelikokemus Virtual Boylla eristi pelaajan muusta maailmasta, jolloin pelaamisen kavereiden kanssa ei koettu olevan riittävän sosiaalista (Zachara ja Zagal, 2009). Vaikka liikkeentunnistus- ja näyttötekniikka ovat ottaneet suuria harppauksia Virtual Boyn ajoista, on tämä eristyneisyyden ongelma edelleen ajankohtainen.

Toisaalta ajat ovat muuttuneet paljon 1990-luvusta. Nykyään vaikuttaa siltä, että ihmiset eivät tunne olevansa kovin eristyksissä muusta maailmasta teknologian äärellä. Älylaitteiden parissa viihdytään pitkiäkin aikoja ja esimerkiksi mobiilipelit voivat olla hyvin henkilökohtaisia pelikokemuksia. Voi siis olla, että tätä asiaa ei enää nähdä yhtä suurena ongelmana kuin 1990-luvulla Virtual Boylla pelatessa. Lisäksi Oculus VR:n omistaa Facebook, josta varmasti löytyy asiantuntijuutta tämän ongelman ratkaisemiseen.

Zachara ja Zagal (2009) havaitsivat myös, että eräs merkittävä syy Virtual Boyn epäonnistumiseen oli se, että siltä puuttui todellinen huippusovellus, ns. killer app, joka olisi lisännyt oleellisesti tuotteen myyntiä. Virtual Boyn pelit olivat lähinnä vanho-

jen pelien toisintoa, minkä vuoksi käyttäjien oli helppo verrata kokemustaan vastaviin tavallisella näytöllä toimiviin peleihin (Zachara ja Zagal, 2009). Pelaajat saattoivatkin pettyä helposti esimerkiksi värien puutteeseen (Zachara ja Zagal, 2009). Lisäksi pelikokemusta Virtual Boylla oli vaikea demonstroida suurelle yleisölle, koska laitteen luomaa 3D-efektiä oli haastavaa havainnollistaa esimerkiksi televisiomainoksissa tai pelien kuvankaappauksissa (Zachara ja Zagal, 2009). Tämä ongelma esiintyy nykypäivänäkin, koska kyseistä syvyys efektiä ei edelleenkään ole helppo demonstroida perinteisen median välityksellä.

Nintendo ei myöskään osannut identifioida Virtual Boyta riittävällä tavalla, sillä sen mainokset olivat ristiriitaisia: Sitä mainostettiin sekä staattisena kotikonsolina, että kannettavana pelikonsolina (Zachara ja Zagal, 2009). Tässä tutkielmassa esitettyjen virtuaalilasien markkinointi ei ole päässyt vielä kunnolla vauhtiin, mutta samantyyppistä ongelmaa tuskin nähdään tällä kertaa. Oculus Riftiä käytetään tietokoneella ja Project Morpheusta PlayStation 4:llä. Lienee selvää, että niitä ei tulla markkinoimaan erityisen kannettavina laitteina. Gear VR sen sijaan on kannettavampi tuote, mikä on luonnollista, koska sitä myydään lisälaitteena älypuhelimille.

### **3.1 Ohjaimet**

Eräs oleellinen virtuaalisiin ympäristöihin liittyvä ongelma on se, miten käyttäjä voi vuorovaikuttaa ympärillä olevan maailman kanssa luonnollisella tavalla. Hiiren ja etenkin näppäimistön käytössä on omat ongelmansa, joten on alettu kehittää erilaisia liikkeentunnistusohjaimia. Näistä yksi esimerkki on Sonyn PlayStation Move -ohjaimet, jotka pystyvät seuraamaan sijaintiaan ja asentoaan. Näitä ohjaimia ei kuitenkaan alunperin suunniteltu virtuaalitodellisuutta silmällä pitäen, vaan ne olivat tarkoitettu tavallisen television näytöltä pelattaviin peleihin.

Täysin virtuaalitodellisuutta varten suunniteltuja ohjaimia ei ole vielä juurikaan nähty, mutta Takala ja Matveinen (2014) ovat soveltaneet markkinoilla nyt myynnissä olevia liikkeentunnistusohjaimia, kuten Sonyn PlayStation Move -ohjaimia ja Microsoftin Kinectiä eräässä Oculus Rift -sovelluksessa. Jo julkaistut liikkeentun-

nistusohjaimet voivat siis soveltua hyvin myös virtuaalitodellisuutta hyödyntäviin ohjelmiin.

Valve esitteli vuoden 2015 GDC-messuilla oman ratkaisunsa ohjaimiin liittyvään ongelmaan: "Lighthouse" on järjestelmä, joka pystyy seuraamaan tarkasti esineiden sijaintia huoneessa tukiasemien avulla, mikä mahdollistaa lähestulkoon minkä tahansa esineen siirtämisen virtuaaliseen ympäristöön (Gilbert, 2015). Lighthouse-teknologia on vapaasti kaikkien käytettävissä ja Valven toimitusjohtaja Gabe Newell on sanonut, että he toivovat kehittämänsä ratkaisun muodostuvan standardiksi liik-keentunnistuksessa samaan tapaan kuin USB tietokoneen lisälaitteiden liittämisessä (Gilbert, 2015).

## 3.2 Näkökenttä

Ihmisen näkökenttä kattaa tyypillisesti noin 180 horisontaalisen kulman, kun katse kohdistetaan suoraan eteenpäin. Useimmissa nykyaikaisissa virtuaalilaseissa tämä kulma vaihtelee 90 ja 110 asteen välillä. Esimerkiksi Oculus Rift DK1:ssä se on noin 110 astetta (Heikkilä, 2013) ja Project Morpheuksessa noin 100 astetta (Sony, 2015). Jotta käyttäjälle ei välittyisi vaikutelma edessä leijuvasta näytöstä, tulisi näkökentän olla vähintään 90 astetta (Iribe ja Mitchell, 2014). Laaja näkökenttä tuo mukanaan kuitenkin ongelmia. Näistä yksi on kromaattinen aberraatio, eli väriaberraatio. Se johtuu valon eri aallonpituuksien erilaisesta taitumisesta ja näkyy kuvan häiriönä etenkin silloin, kun katse kohdistetaan linssin reunoille (Oculus VR, 2015b). Tämän vuoksi näytölle piirrettävää kuvaa on vääristettävä, jotta käyttäjälle näkyvä linssien läpi katsottu kuva näyttäisi mahdollisimman normaalilta (Oculus VR, 2015b). Eräs toinen ongelma, joka korostuu näkökentän kasvaessa on näytön resoluution riittävyys: Mitä isommalle alueelle näytön pikselit jaetaan, sitä korkeampaa resoluutiota tarvitaan, jotta pikselit eivät erottuisi liian selvästi.

Entistäkin laajempia näkökenttiä tarvitaan, kun virtuaalilaseilla halutaan tulevaisuudessa seurata myös käyttäjän silmien liikkeitä ja päivittää kuvaa niiden mukaan. Tätä teknologiaa ei kuitenkaan todennäköisesti tulla näkemään kuluttajaluokan vir-

tuaalilaseissa vielä muutamaan vuoteen.

### 3.3 Simulaattoripahoinvointi

Ehkä suurin ja vaikein ongelma, joka on ilmennyt monissa eri virtuaalilaseissa, on käyttökokemuksesta aiheutuva pahoinvointi. Kun käyttäjä liikkuu virtuaalisessa ympäristössä, mutta pysyy silti fyysisesti paikallaan, pahoinvointia voi esiintyä. Pahoinvointi on kuitenkin subjektiivista ja sen laatu riippuu myös katseltavasta sisällöstä (Häkkinen, Vuori ja Puhakka, 2002). Vauhdikkaan pelin pelaaminen aiheuttaa todennäköisesti enemmän pahoinvointia kuin esimerkiksi elokuvan katselu (Häkkinen ym., 2002). Tämän ongelman ratkaiseminen on äärimmäisen tärkeää, sillä se oli merkittävä syy Virtual Boyn epäonnistumiseen (Zachara ja Zagal, 2009).

Pahoinvoinnin aiheuttavia tekijöitä ei vielä tarkkaan tiedetä, mutta ongelmaa voidaan lievittää erilaisilla keinoilla ohjelmia suunnitellessa (Oculus VR, 2015a). Näitä ovat esimerkiksi liikkumisnopeuden ja kiihtyvyyden säätely, pään sijainnin korkeus sekä kontrollin antaminen käyttäjälle mahdollisimman usein (Oculus VR, 2015a). Näistä jälkimmäisellä tarkoitetaan, että kameraa ei kannata liikuttaa automaattisesti, vaan ainoastaan käyttäjän toimesta. On kuitenkin syytä muistaa, että loppujen lopuksi sovelluskehittäjät pystyvät vaikuttamaan eniten pahoinvointiongelmaan, sillä olipa teknologia kuinka hyvällä tasolla tahansa, sovellukset viime kädessä määrittelevät kokemuksen miellyttävyyden (Mitchell ym., 2015).

Pahoinvointi on yksi tärkeimmistä asioista, joita on syytä ottaa huomioon sovelluksia suunniteltaessa (Oculus VR, 2015a). Yksi siihen oleellisesti liittyvä asia on liikkeen tunnistuksen latenssi, eli viive käyttäjän liikkeen ja kuvan näytöllä päivittymisen välillä (engl. *motion-to-photon latency*, ks. kuvio 5) (Oculus VR, 2015a). Tämän tulisi olla mielellään alle 20 millisekuntia, jotta käyttäjä tuntisi olonsa mahdollisimman mukavaksi virtuaalisessa ympäristössä (Oculus VR, 2015a).





Kuvio 5. Informaation eteneminen käyttäjän liikkeestä päivitetyyn kuvan näkemi-  
seen

## 4 Oculus Rift -tuella varustetut pelimoottorit

Pelimoottoreiden markkinoilla on nähty viime kuukausien aikana kovaa kilpailua sovelluskehittäjistä. Osa suurista pelimoottoreiden valmistajista on muuttanut hinnoitteluaan indie-kehittäjille ystävällisempään suuntaan tekemällä tuotteistaan ilmaisia aiempien kuukausi- tai kertamaksujen sijaan. Esimerkiksi Unity 5 ja Unreal Engine 4 ovat nyt pääosin ilmaisia (Unity Technologies, 2015; Epic Games, 2015b). Tämä tulee mahdollisesti asettamaan pienemmät harrastelijavoimin tehdyt pelimoottorit vaikeaan asemaan, sillä ne eivät pysty enää kilpailemaan isompien kanssa hinnalla.

Pelimoottoreita vertailtaessa nostetaan usein esiin niiden graafiset ominaisuudet, eli kuinka hyvältä niillä valmistetut pelit saadaan näyttämään. Virtuaalilaseilla käytettävissä sovelluksissa nopea ruudunpäivitystahti on silti näyttävää grafiikkaa tärkeämpää (Carmack, 2015). Oculus Rift DK2 käyttää 75 hertsin taajuudella toimivaa  $1920 \times 1080$  pikselin tarkkuudellista näyttöä (Oculus VR, 2015a), jolloin sovelluksissa kuva pitäisi pystyä päivittämään 75 kertaa sekunnissa. Se ei kuitenkaan vielä riitä tulevaisuuden virtuaalilaseja ajatellen, vaan näytöissä pitäisi pyrkiä vähintään 90Hz taajuuteen ja  $1000 \times 1000$ -resoluutioon silmää kohden (Iribe ja Mitchell, 2014). Lisäksi kun otetaan huomioon, että virtuaalilaseille piirretään kuva stereona, eli kahden eri kameran näkökulmasta, niin kannattaa varautua kompromisseihin näyttävän grafiikan suhteen.

Oculus Riftiä tukevien pelimoottoreiden määrä on jo kohtuullisen hyvä, kun otetaan huomioon, että markkinoita sitä tukeville sovelluksille ei oikeastaan vielä edes ole. On odotettavissa, että lähitulevaisuudessa yhä useampi pelimoottori tukee Oculus Riftin ohjelmistokehitysokaluja (engl. *software development kit*, SDK). Tällä hetkellä eniten käytetyt pelimoottorit Oculus Rift -sovellusten luomisessa ovat Unity 4 ja Unreal Engine 4. Näistä molemmista löytyy ajan tasalla oleva tuki Oculus Rift SDK:lle, ja Oculus VR tekee yhteistyötä molempien pelimoottoreiden parissa (Iribe ja Mitchell, 2014). Tässä luvussa tarkastellaan lyhyesti joitakin pelimoottoreita, jotka soveltuvat sovellusten kehittämiseen Oculus Riftille.

## 4.1 Unity

Unity on varsin yleisesti käytössä oleva pelimoottori. Sitä pidetään yleisesti ottaen helppona työkaluna varsinkin aloitteleville pelinkehittäjille. Sen uusin versio, Unity 5, julkaistiin 3.3.2015. Unity 5:stä on maksullinen versio, Professional Edition ja ilmainen Personal Edition (Unity Technologies, 2015). Personal Edition sisältää pääosin samat ominaisuudet kuin maksullisenkin versio, mutta joitakin ominaisuuksia, kuten tietojen keräämistä käyttäjiltä, ei voi kytkeä ilmaisversiossa pois päältä (Unity Technologies, 2015). Oculus Rift -sovellusten kehitys onnistuu myös Personal Editionilla (Iribe ja Mitchell, 2014). Unity 5:llä kehitettyjen sovellusten myyntituloista ei tarvitse maksaa tekijänoikeuspalkkioita Unitylle, ellei ansaitse sovelluksellaan yli 100 000 USD vuodessa, jolloin on siirryttävä maksullisen version käyttöön (Unity Technologies, 2015).

Unity on selvästi suosituin pelimoottori Oculus Rift -sovellusten kehittämisessä, koska peräti 95 prosenttia käyttää sitä (Carmack, 2015). Tästä syystä Unityä voidaan pitää turvallisenä valintana Oculus Rift -sovellusten kehittämiseen, sillä internetistä löytyy tueksi paljon muita ohjelmistokehittäjiä, jotka käyttävät samaa työkalua.

Oculus Riftiä tukevien sovellusten tuottamiseksi Unity 4:llä on ladattava erillinen paketti (engl. *package*), joka sisältää kehittämisessä tarvittavat tiedostot (Oculus VR, 2015c). Tähän pakettiin sisältyy myös Gear VR -sovellusten kehitykseen vaadittavat tiedostot, joiden avulla sovelluksen voi Androidin lisäksi kohdentaa myös PC:lle (Oculus VR, 2015c). Mobiilisovelluksen saattaminen toimintakuntoon myös PC:lle siis onnistuu, mutta päinvastainen lähestymistapa ei toimi (Oculus VR, 2015c). Windowsin lisäksi Unityllä pystyy tekemään Oculus Rift -sovelluksia myös Mac OS X:lle (Oculus VR, 2015c).

Unity 5 ei vielä sisällä virallista tukea Oculus Riftille kehittämiseen, mutta tätä tukea aiotaan parantaa tulevaisuudessa, jolloin sovellusten kehittäminen helpottuu nykyisestä (Iribe ja Mitchell, 2014). Toistaiseksi Oculus Rift -sovellusten kehittäminen Unity 5:llä toimii lähes täysin samaan tapaan kuin Unity 4:llä (Byla, 2015).

## 4.2 Unreal Engine 4

Unreal Engine 4 (UE4) on Epic Gamesin kehittämä pelimoottori, jonka aikaisemmat versiot ovat olleet todella suosittuja. Toisin kuin aiemmat versiot, UE4:n täysi versio on ilmainen ja sen C++-kielinen lähdekoodi on julkinen (Epic Games, 2015b). Täysin ilmaisesta tuotteesta ei kuitenkaan voida puhua, sillä Epic Games vaatii UE4:llä tehdystä ohjelmasta viiden prosentin tekijänoikeusmaksun, mikäli sovellus tuottaa yli 3000 USD neljännesvuodessa (Epic Games, 2015b).

UE4 tarjoaa virallisen tuen Oculus Rift SDK:lle erillisen liitännäisen (engl. *plugin*) muodossa (Epic Games, 2015a). UE4 oli Unityn ohella yksi ensimmäisistä pelimoottoreista, jotka tukivat kyseistä SDK:ta. Käytettävä ohjelmointikieli on C++, mutta skriptien kirjoittamiseen kehittäjillä on käytettävissään myös vaihtoehtoinen työkalu: "Blueprints Visual Scripting" (Epic Games, 2015a). Se mahdollistaa sovellusten toimintalogiikan kirjoittamisen ilman C++-kielen käyttöä. Tämän vuoksi UE4 on hyvä vaihtoehto myös sellaisille kehittäjille, jotka eivät tunne C++-kieltä hyvin. UE4 mahdollistaa versiosta 4.3 lähtien Oculus Rift -sovellusten kehittämisen myös Mac-käyttöjärjestelmälle (Epic Games, 2015a).

## 4.3 JMonkeyEngine

Oculus Riftille kehittämistä tuetaan jo myös ei-kaupallisissa pelimoottoreissa. JMonkeyEngine on harrastelijavoimin toteutettu pelimoottori, joka sisältää tuen Oculus Rift SDK:lle. Se on täysin Java-pohjainen pelimoottori ja sen lähdekoodi on julkinen (GitHub, 2015). JMonkeyEnginellä tehtyjä Oculus Rift -tuellisia sovelluksia ei ole vielä kovin paljoa, mutta niitä on kuitenkin jo tehty. JMonkeyEngineä käytetään myös opetuskäytössä, ja sen käyttöehdot ovat huomattavasti joustavammat kuin esimerkiksi Unityssä tai UE4:ssä (GitHub, 2015).

#### **4.4 Tekeillä olevat Oculus Rift -tuelliset pelimoottorit**

Vaikka tunnetuista pelimoottoreista vain Unity ja Unreal Engine 4 tukevat tällä hetkellä virallisesti Oculus Rift -sovelluskehitystä, ovat muutkin suuret pelimoottorien valmistajat kertoneet aikomuksistaan tukea Oculus Riftiä. Crytekin toimitusjohtaja Cevat Yerli on ilmoittanut, että CryEngine-pelimoottoriin ollaan lisäämässä virallinen tuki Oculus Riftille (Feltham, 2015). Myös Valve on kertonut kiinnittävänsä huomiota virtuaalitodellisuuteen tulevassa Source 2 pelimoottorissaan, joka todennäköisesti ilmestyessään sisältää tuen Oculus Rift -sovellusten kehittämiseksi (Lang, 2014).

Lähitulevaisuudessa Oculus Rift -sovellusten kehittäminen tulee todennäköisesti onnistumaan yhä useammilla pelimoottoreilla. Jo nyt merkittävimmät pelimoottorit joko tukevat tai aikovat tukea sovellusten kehittämistä virtuaalilaseille, joten muutamien kuukausien päästä parempi kysymys voisi olla, missä pelimoottoreissa Oculus Rift -tukea ei vielä ole.

## 5 Yhteenveto

Virtuaalitodellisuuden käyttöä nyt paljon resursseja, kun sitä pyritään tuomaan PC:lle, mobiililaitteille ja pelikonsoleille. Monet tunnetut teknologia-alan yritykset ovat lähteneet mukaan kilpailemaan tulevasta virtuaalitodellisuuden markkinoista. Virtual Boy:n teknisiä virheitä ei olla enää toistamassa, sillä virtuaalilasien valmistajat ovat kiinnittäneet aiempaa enemmän huomiota käyttökokemuksen kannalta tärkeisiin asioihin, kuten liikkeen tunnistukseen ja näyttötekniikkaan. Nähtäväksi jää, kuinka suureksi ongelmaksi virtuaalitodellisuuden sosiaalinen puoli muodostuu.

Oculus Riftiä tukevia pelimoottoreita on jo nyt tarjolla kohtuullisesti ja niitä tulee lähiaikoina entistä enemmän. Tällä hetkellä käytettävistä vaihtoehdoista Unity ja Unreal Engine 4 ovat ainoat Oculus VR:n virallisesti tukemat pelimoottorit, mutta Oculus Riftille kehittäminen on jo mahdollista muillakin pelimoottoreilla. JMonkeyEngine on näistä yksi esimerkki. Pelimoottoreiden hinnoittelua on muutettu huomattavasti aiempaa halvemmaksi, mikä varmasti lisää niillä tuotettujen sovellusten määrää. On tärkeää myös huomata, että virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää pelien lisäksi monella muullakin alalla.

Koska virtuaalitodellisuus ei ole vielä kunnolla yleistynyt, liittyy siihen paljon mielenkiintoisia ja vähän tutkittuja tutkimusaiheita. Näitä ovat esimerkiksi virtuaalitodellisuuden keskittynyt peli- ja käyttöliittymäsuunnittelu. Ohjaimiin liittyviä ongelmia ei olla vielä täysin ratkaistu, joten niissäkin on vielä paljon tutkittavaa. On myös mielenkiintoista nähdä, minkälaisia psykologisia vaikutuksia virtuaalitodellisuudella on ihmisiin. Ovatko esimerkiksi väkivaltaisten videopelien pelaamisen vaikutukset haitallisempia, kun niitä pelataan immersiota merkittävästi lisäävillä virtuaalilaseilla?

Virtuaalitodellisuutta voidaan soveltaa moniin eri käyttötarkoituksiin, minkä vuoksi siihen liittyvät tutkimukset todennäköisesti lisääntyvät huomattavasti tulevaisuudessa. Joka tapauksessa aiheeseen liittyvä keskustelu melko varmasti lisääntyy lähivuosien aikana.

## Kirjallisuutta

- Bolas, M., Iliff, J., Hoberman, P., Burba, N., Phan, T., McDowall, I., Luckey, P. ja Krum, D. M. *Open Virtual Reality*. *Virtual Reality (VR)*, 2013 IEEE, s. 183–184.
- Byla, K. 2015. *Quick Look: Unity 5 and the Oculus Unity 4 Integration Package 0.4.4*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://rifty-business.blogspot.fi/2015/03/quick-look-unity-5-and-oculus-unity-4.html>>. Viitattu 6.5.2015.
- Carmack, J. 2015. *The Dawn of Mobile VR with John Carmack - GDC 2015*. Internet-video <URL: <https://www.youtube.com/watch?v=CqdexZJFHQE>>. Viitattu 3.4.2015.
- Epic Games. 2015a. *Unreal Engine 4 Documentation*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/>>. Viitattu 4.5.2015.
- Epic Games. 2015b. *UNREAL® ENGINE END USER LICENSE AGREEMENT*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.unrealengine.com/eula>>. Viitattu 29.4.2015.
- Facebook, 2014. *Facebook to Acquire Oculus*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://newsroom.fb.com/news/2014/03/facebook-to-acquire-oculus/>>. Viitattu 1.4.2015.
- Feltham, J. 2015. *Crytek: CryEngine 3 VR support coming in 'a few weeks'*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://vrfocus.com/archives/12810/crytek-cryengine-3-vr-support-coming-weeks/>>. Viitattu 4.5.2015.
- Gilbert, B. 2015. *Valve is solving virtual reality's input problem*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://www.engadget.com/2015/03/04/valve-vr-input/>>. Viitattu 25.4.2015.
- GitHub. 2015. *jMonkeyEngine/jmonkeyengine | GitHub*. <URL: <https://github.com/jMonkeyEngine/jmonkeyengine>>. Viitattu 15.4.2015.
- Heikkilä, VM. 2013. *Jokohan tällä vuosikymmenellä?*. Skrolli, 2013.3, s. 6.
- Hoffman, H. G., Meyer, W. J. III, Ramirez, M., Roberts, L., Seibel, E. J., Atzori, B., Sharar S. R. ja Patterson D. R. 2014. *Feasibility of Articulated Arm Mounted Oculus*

- Rift Virtual Reality Goggles for Adjunctive Pain Control During Occupational Therapy in Pediatric Burn Patients*. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 17(6), s. 397–401.
- Häkkinen, J., Vuori, T. ja Puhakka, M. 2002. *Postural Stability and Sickness Symptoms after HMD Use*. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 1, s. 147–152.
- Iribe, B. ja Mitchell, N. 2014. *Oculus Connect Keynote: Brendan Iribe and Nate Mitchell*. Internetvideo <URL: <https://www.youtube.com/watch?v=1xeK8zUXAvQ>>. Viitattu 3.3.2015.
- KZero. 2015. *Consumer Virtual Reality market worth \$5.2bn by 2018*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://www.kzero.co.uk/blog/consumer-virtual-reality-market-worth-13bn-2018/>>. Viitattu 2.3.2015.
- Lang, B. 2014. *Valve Prepping Source 2 Game Engine for Virtual Reality Support*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://www.roadtovr.com/valve-source-2-engine-virtual-reality-support-oculus-rift-steam/>>. Viitattu 5.5.2015.
- McLellan, H. 1996. *Virtual Realities*. *Handbook of research for educational communications and technology* (1996), s. 457–487.
- Mitchell, N., Luckey, P., Brown, R. ja Bettner, P. 2015. *2015 SXSW - Explore the Future of Virtual Reality with Oculus*. Internetvideo <URL: <https://www.youtube.com/watch?v=o3y9a0moHqI>>. Viitattu 13.4.2015.
- Moore, G. E. 1998. *Cramming More Components onto Integrated Circuits*. *Teoksessa Proceedings of the IEEE* 86, no. 1 (1998), s. 82–85.
- Oculus VR. 2014. *Introducing the Samsung Gear VR Innovator Edition*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.oculus.com/blog/introducing-the-samsung-gear-vr-innovator-edition/>>. Viitattu 2.3.2015.
- Oculus VR. 2015a. *Oculus Rift Best Practises*. Saatavilla PDF-muodossa <URL: [http://static.oculus.com/sdk-downloads/documents/Oculus\\_Best\\_Practices\\_Guide.pdf](http://static.oculus.com/sdk-downloads/documents/Oculus_Best_Practices_Guide.pdf)>. Viitattu 29.4.2015.



- Oculus VR. 2015b. *Oculus Rift Developer Guide*. Saatavilla PDF-muodossa <URL: <https://developer.oculus.com/documentation/>>. Viitattu 5.5.2015.
- Oculus VR. 2015c. *Unity Developer Guide*. Saatavilla PDF-muodossa <URL: <https://developer.oculus.com/documentation/>>. Viitattu 5.5.2015.
- Sony, 2015. *Sony Computer Entertainment unveils the new prototype of "Project Morpheus" – A virtual reality system that expands the world of Playstation®4 (PS4™)*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: [http://www.scei.co.jp/corporate/release/150304b\\_e.html](http://www.scei.co.jp/corporate/release/150304b_e.html)>. Viitattu 26.4.2015.
- Sutherland, I. E. 1968. *A head mounted three dimensional display*. Teoksessa Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I, ACM, s. 757–764.
- Takala, T. M. ja Matveinen, M. 2014. *Full Body Interaction in Virtual Reality with Affordable Hardware*. Virtual Reality (VR), 2014 IEEE, s. 157.
- Unity Technologies. 2015. *UNITY PRO AND UNITY PERSONAL SOFTWARE LICENSE AGREEMENT 5.X*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://unity3d.com/legal/eula>>. Viitattu 29.4.2015.
- Valve Corporation. 2004. *Half Life 2*. Tietokonepeli
- Wingfield, N. 2013. *A Matter of Perception*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://www.nytimes.com/2013/02/18/technology/oculus-rift-headset-aims-for-affordable-virtual-reality.html>>. Viitattu 23.4.2015.
- Zachara, M. ja Zagal, J. P. 2009. *Challenges for success in stereo gaming: a Virtual Boy case study*. Teoksessa Proceedings of the international conference on Advances in Computer Entertainment Technology. ACM, 2009, s. 99–106.