

Juuso Piippo

Innovaatioita videopelilaitteissa: Liiketunnistus ja virtuaalitodellisuus

Tradenomi,

Tietojenkäsittely

Syksy 2016



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TIIVISTELMÄ

Tekijä(t): Piippo Juuso

Työn nimi: Innovaatio videopelilaitteissa: Liiketunnistus ja virtuaalitodellisuus

Tutkintonimike: Tradenomi, Tietojenkäsittely (Peliala)

Asiasanat: Videopeli, Virtuaalitodellisuus, Motion Controller, Design

Opinnäytetyössä perehdytään, miten videopelilaitteita on kehitetty niiden elinaikana. Työssä käydään läpi videopelilaitteiden alkua, ja miten se on noussut yhdeksi suosituimmista viihteen muodoista. Tarkastelun kohteena on myös pelaamiseen kehiteltyjä lisälaitteita, kuten esimerkiksi Motion Controllerit ja Virtual Reality-laitteet.

Työn ensimmäisessä osassa käydään läpi, miten videopelien kehittäminen lähti käyntiin ja sen historiaa. Tämän jälkeen käsitellään viimeisen kymmenen vuoden aikana eniten esillä olleita laitteita, liikkeitä tunnistavia laitteita sekä virtuaalitodellisuuslaitteita, miten ne toimivat ja mitä niillä on pyritty saavuttamaan. Lisäksi käsitellään eri tapoja hyödyntää virtuaalitodellisuutta ja lopuksi mikä näiden laitteiden tulevaisuus on.

ABSTRACT

Author(s): Piippo Juuso

Title of the Publication: Innovation in videogame devices: Motion controllers and virtual reality

Degree Title: Bachelor of Business Administrator

Keywords: Videogame, Virtual Reality, Motion Control, Design

The aim of this project is to study how videogame devices have been improved over their lifetime. This work will talk about the early days of video game industry and how it has risen to be one of the most popular past times. A closer look will also be taken on additional devices in gaming, such as Motion Controllers and Virtual Reality devices.

The first part will deal with how videogames came to be as we know them and what is their history. The next part will talk about the most prominent devices in videogaming, motion controllers and virtual reality devices, over the last decade, how they work and what they have achieved. Closer look will also be paid on different applications of virtual reality and what is the future of virtual reality.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 VIDEOPELAAMISEN HISTORIA	2
2.1 Kulta-aika	2
2.2 Videopelin lama.....	4
2.3 Nintendo Entertainment System.....	5
2.4 Uudet sukupolvet.....	6
3 LIIKKEITÄ TUNNISTAVAT LAITTEET	9
3.1 Wii Remote.....	9
3.2 Kinect	11
4 VIRTUAL REALITY	14
4.1 Idea	15
4.2 Toimintaperiaatteet.....	17
4.3 Käyttö	20
4.4 Menestys	23
5 POHDINTA.....	24
LÄHTEET	25

1 JOHDANTO

Erilaisten pelien pelaaminen on aina ollut mieluinen ajanviete ympäri maailmaa, lasten leikeistä aina strategisiin haasteisiin shakin parissa. Teknologian kehittyessä pelaaminen on siirtynyt puisista pelinapeista myös virtuaaliseen maailmaan, ja koko ajan enemmän teknologistuvassa maailmassa nykypäivän ihminen saattaaakin mieltää pelaamisen enemmän konsolilla tai tietokoneella pelaamiseksi.

Mielenkiinnon kasvaessa videopelejä kohtaan myös halu parantaa ja edistää pelaamista on kasvanut. Teknologian kehittyessä on pystytty valmistamaan tehokkaampia laitteita, ja pelien kehittäjien kykyjen parantuessa on voitu tehdä parempia ja erilaisia pelejä. Myös erilaisilla lisälaitteilla on pyritty tekemään pelaamisesta enemmän puoleensavetävää, esim. valmistamalla eri pelityyppejä tukevia ohjaimia, kuten rattiohjaimet ajopeleihin. Viimeisin videopelimarkkinoille saapunut laite on virtuaalitodellisuuslasit, jotka antavat pelaajan nähdä pelin ympäristöt aivan kuin hän olisi itse pelin sisällä.

Tässä työssä käsitellään näitä pelaamiseen tarkoitettuja lisälaitteita. Tarkemmin käsittelyssä ovat liikkeitä tunnistavat ja virtuaalitodellisuuslaitteet.

2 VIDEOPELAAMISEN HISTORIA

Videopelit ovat ilmiönä suhteellisen uusi viihteen muoto. Vaikka ensimmäisten videopelien voidaan sanoa ilmestyneen jo 1950-luvulla, videopelien kehitys kuluttajien käyttöön lähti käyntiin vasta 1970-luvulla, kun ensimmäiset arcade pelihallit perustettiin. Arcadepelilaitteilla tarkoitetaan kolikoilla toimivia videopelejä, joista ei voi voittaa rahaa. Tämä oli ensimmäinen kerta, kun kuluttajilla oli mahdollisuus päästä pelaamaan videopelejä, kuten Pong ja Computer space. Magnavox Odyssey (kuva 1), jota pidetään ensimmäisenä kaupallisena pelikonsolina, ilmestyi vuonna 1972. (Wikipedia, 2016, History of video games; Techcrunch, 10/2015, The History of Gaming: An Evolving Community)



Kuva 1. Magnavox Odyssey (Wikipedia, 2016)

Tämän uuden peliteollisuuden alku oli kuitenkin täynnä ylä- ja alamäkiä. Vaikka voidaan sanoa, että pelit kuten Pong menestyivät hyvin, tämä menestys oli kuitenkin lyhytikäistä, kun markkinoille tuotiin useita samankaltaisia pelejä ilman suuria innovaatioita. Isommat yritykset, kuten Atari, siirtyivätkin uusien genrejen pariin. (Wikipedia, 2016, History of video games)

2.1 Kulta-aika

Arcade-pelihallien suosio Amerikassa kasvoi huomattavasti 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa, ja tätä aikaa kutsutaankin arcade-pelien kulta-ajaksi. Pelit, kuten

Space Invaders ja Asteroids, olivat suuria menestyksiä aikanaan, ja niiden myötä pelihallien määrä yli kaksinkertaistui 1980-luvun alkupuolella. Nämä pelit toivat myös uusia konsepteja pelien kehityksen kannalta, kuten taustamusiikkia pelin aikana ja laitteen sisäiset pistetilastot. Pistetilastot antoivat pelaajille mahdollisuuden kilpailla keskenään, lisäten huomattavasti videopelien suosiota. (Wikipedia, 2016, History of video games; Techcrunch, 10/2015, The History of Gaming: An Evolving Community)

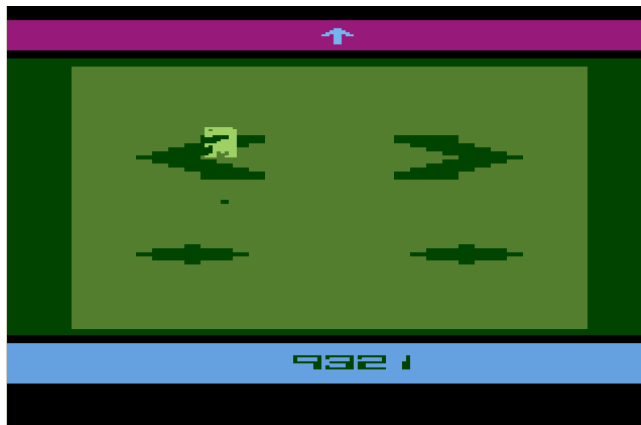
Samaan aikaan markkinoille tulivat myös toisen sukupolven pelikonsolit, kuten Atari 2600 (kuva 2). Tämän uuden konsolin vahvuus ei ollut sen tehossa, vaan siinä, että pelejä ei tarvinnut enää koodata laitteen sisälle. Konsolissa oli sen sijaan portti, johon pystyi laittamaan pelikasetteja. Atari 2600 olikin alun perin suunniteltu sisältämään ainoastaan 10 eri peliä. Pelien kehittäjät näkivät kuitenkin nopeasti pelikasettien antamat mahdollisuudet. (Techcrunch, 10/2015, The History of Gaming: An Evolving Community; HowStuffWorks, 10/2000, How Video Game Systems Work)



Kuva 2. Atari 2600 (Wikimedia, 2014)

2.2 Videopeli lama

Videopelien suosion kasvaessa nousi myös erilaisten konsolien ja videopelien tuottajien määrä. Tämä johti lopulta vuonna 1983 videopelilamalle lännellä. Markkinoille tulvi liikaa huonosti tehtyjä pelejä, jotka aiheuttivat kuluttajien mielenkiinnon vähenemisen. Suuret ja kalliit pelit, kuten E.T. the Extra-Terrestrial (kuva 3), eivät menestyneet juuri ollenkaan. Kyseistä peliä valmistettiin 4 miljoonaa pelikasettia, joista n. 3,5 miljoonaa lähetettiin takaisin valmistajalle. Monet yhtiöt ajautuivat konkurssiin, kun kuluttajat eivät enää ostaneet videopelejä. (Wikipedia, 2016, History of video games; Techcrunch, 10/2015, The History of Gaming: An Evolving Community)



Kuva 3. E.T. The Extra-Terrestrial (Neocomputer, 2013)

Kaikesta huolimatta, siinä missä pelikonsolien suosio laski kuluttajien silmissä, kotitietokoneiden suosio sen sijaan nousi. Ne olivat tarpeeksi edullisia, että keskivertoamerikkalaisella oli varaa ostaa itselleen tietokone, kuten Commodore 64 tai Apple II. Nämä tietokoneet olivat myös tehokkaampia kuin sen ajan pelikonsolit, mahdollistaen monimutkaisempien pelien tekemisen. Käyttäjillä oli lisäksi myös mahdollisuus opetella tekemään omia pelejä käyttäen eri ohjelmointikieliä. (Techcrunch, 10/2015, The History of Gaming: An Evolving Community)

2.3 Nintendo Entertainment System

Amerikkalainen peliteollisuus lähti jälleen nousuun vuonna 1985, kun japanilainen pelikonsoli Nintendo Entertainment System (kuva 4) tai NES saapui lännen markkinoille. Kyseinen konsoli oli saanut suosiota Japanissa jo pari vuotta aikaisemmin, mutta koska neuvottelut Nintendon ja Atarin välillä eivät tuottaneet tulosta, kyseistä konsolia ei haluttu aluksi markkinoida Amerikassa. (Wikipedia, 2016, History of Video Games; Infoplease, 2014, Timeline: Video Games)



Kuva 4. Nintendo Entertainment System (Gameberry)

Kuten edellinen konsolisukupolvi ennen tätä, NES toi mukanaan uusia ominaisuuksia pelienkehittäjille. Se siirtyi pois sauvaohjaimista ja antoi standardin nykypäivän ohjaimille. Tässä ohjaimessa oli kahdeksaan suuntaan menevät nuolinäppäimet sekä ohjaimen keskellä olevat select- ja start-napit. NES oli tietenkin myös tehokkaampi kuin edeltäjänsä, mahdollistaen jälleen parempien pelien tekemisen. Pelit kuten Legend of Zelda sopivat hyvin kotikonsoleille, mieluummin kuin pelihalleihin. (Wikipedia, 2016, History of Video Games; HowStuffWorks, 10/2000, How Video Game Systems Work)

2.4 Uudet sukupolvet

Kolmannen sukupolven pelikonsolien myötä videopeliteollisuus lähti tasaiseen nousuun, jonka voidaan sanoa jatkuvan vielä tänäkin päivänä. Videopelaamisesta muokkaantui 1990-luvulla valtavirralla sopivampi viihteen muoto, ja jokaisen uuden konsolisukupolven myötä (kuva 5) tuli uusia mahdollisuuksia tehdä innovaatioita videopelien parissa. Syntyi pelejä, joissa oli syvä tarina, jota pelaaja saattoi tutkia, moninpelejä, joita pystyi pelaamaan tuhansien muiden kanssa yhtä aikaa riippumatta välimatkoista sekä seikkailupelejä, jotka veivät pelaajansa ihmeellisiin maailmoihin. Markkinoille tuli käsikonsoleita, jotka menestyivät ja mahdollistivat pelaamisen missä vain. Videopelien graafinen ilme muuttui totaalisesti 3D-grafiikkojen myötä.



Kuva 5. Konsoleita kautta aikojen (Techraptor, 2016)

Näiden konsoleiden myötä syntyi myös muita tapoja tehdä peleistä mielenkiintoisempia ja saada pelaajat syventymään videopelisiin entistäkin enemmän. Peliyritykset rupesivat myymään erilaisia lisälaitteita, joita kuluttajat pystyivät ostamaan parantaakseen pelikokemustaan tiettyjen pelien parissa. Näihin lisälaitteisiin kuuluivat esimerkiksi ratti ja polkimet ajopelejä varten, tanssimatto (kuva 6), jolla pystyi pelaamaan rytmipelejä, sekä pahamaineinen Nintendo Power Glove (kuva 7).



Kuva 6. Tanssimatto (ddrpgames, 2014)



Kuva 7. Nintendo Power Glove (Wikipedia, 2016)

Nintendo Power Glove oli Nintendon vuonna 1989 julkaisema lisälaitte NES-konsolille. Se oli täysin uusi tapa pelata videopelejä, antaen pelaajille mahdollisuuden ohjata videopelejä yksinkertaisilla käden liikkeillä. Vaikka se myi elinaikanaan n. 100 000 kappaletta, ei Power Glovelle kuitenkaan julkaistu montaa sitä tarvitsevaa peliä ja kehitys loppui nopeasti. (Giantbomb, 5/2008, Power Glove; HowStuffWorks, 3/2015, How the Nintendo Power Glove Worked)

Power Gloven toiminta perustui ultraääniin. Televisioon kiinnitettävät laitteet pysyivät havaitsemaan näitä ääniä ja laskemaan siitä, missä hanska sillä hetkellä oli ja käytti tätä tietoa videopelissä. Power Glove kykeni myös mittaamaan, kuinka

paljon käyttäjä koukisti sormiaan. Tämä yksinkertainen järjestelmä oli kuitenkin lopulta hyvin epätarkka ja kömpelö, ja teki pelaamisesta usein hankalampaa kuin tavallisella ohjaimella. (Giantbomb, 5/2008, Power Glove; HowStuffWorks, 3/2015, How the Nintendo Power Glove Worked)

Nintendo Power Glove käytti kuitenkin samoja ideoita, joita voi löytää nykypäivän konsolien lisälaitteista. Erilaiset liikkeitä tunnistavat laitteet (Motion Controller), kuten Kinect, PlayStation Move ja Wii, toimivatkin samalla periaatteella, hyödyntäen käyttäjän kehon liikkeitä ohjatakseen videopeliä. Tämä antaa pelaajalle mahdollisuuden syventyä videopelin tapahtumiin paremmin, kun hahmon tekemät liikkeet vastaavat pelaajan omia. Toinen suurta huomiota ja menestystä saanut tapa lisätä pelaajien immersiota videopeleihin ovat erilaiset virtuaalitodellisuuslasit (Virtual Reality/VR) kuten Oculus Rift. Nämä laitteet antavat pelaajalle mahdollisuuden katsella ympärilleen videopeleissä aivan kuin hän olisi itse videopelin sisällä.

3 LIIKKEITÄ TUNNISTAVAT LAITTEET

Konsoleilla olevat liikkeitä tunnistavat laitteet voidaan jakaa kahteen eri päätyyppiin. Laitteet joissa ei ole erillistä ohjainta, kuten Microsoftin Kinect, joka käyttää kameran tyylistä laitetta, joka kykenee lukemaan käyttäjän kehon liikkeitä ja syöttämään ne konsolille, tai Wii:n ja PlayStationin käyttämät kapulan kaltaiset ohjaimet, joissa seurataan ohjaimen liikkeitä pelaajan liikkeiden sijaan.

3.1 Wii Remote

Wii on Nintendon julkaisema pelikonsoli. Wii ilmestyi vuoden 2006 lopulla ja oli ensimmäinen kaupallisesti onnistunut yritys saada liikkeitä tunnistavat laitteet peliteollisuuden pariin. Konsolin suunnittelu lähti käyntiin jo vuonna 2001 Nintendon GameCube konsolin julkaisun aikoihin. Nintendo ei halunnut tehdä konsolia, joka oli vain tehokkaampi edeltäjiinsä nähden, vaan sen sijaan toisi jotakin uutta pöydälle ja olisi halvempi valmistaa. Wii esiteltiin ensimmäisen kerran vuoden 2005 Electronic Entertainment Expo (E3) - tapahtumassa, mutta sen ohjain (kuva 8) oli nähtävillä vasta myöhemmin samana vuonna Tokyo Game Show - tapahtumassa. (IGN, 12/2012, Wii U "From Sticks and Buttons to Motion Controls"; Wikipedia, 10/2016, Wii)



Kuva 8. Wii Remote (Mynintendonews, 2013)

Wiin ohjain, Wii Remote tai Wiimote, on yhdessä kädessä pidettävä ja muistuttaa muodoltaan enemmän television kaukosäädintä kuin tavallista konsoliohjainta. Sen lisäksi, että ohjaimessa on nappeja, ohjain sisältää myös kiihtyvyyssanturin sekä pienen kaiuttimen. Wiin mukana tulee myös erillinen sensoripalkki, ja käyttämällä siitä sekä kiihtyvyyssanturista saatua informaatiota konsoli pystyy laskemaan, miten pelaaja liikuttaa ohjaintaan. (HowStuffWorks, 9/2007, How the Wii Works)

Tätä hyväksikäyttämällä on Wiille mahdollista tehdä paljon interaktiivisia pelejä, joihin pelaajien on helppo päästä sisälle. Wiin julkaisun mukana tullut peli Wii Sports ja myöhemmin siitä päivitetty versio Wii Sports Resort ovat kasa urheiluteemaisia minipelejä, jotka esittelevät näitä mahdollisuuksia hyvin. Minipelit, kuten miekkailu, tennis ja keilaus, vaativat pelaajaa tekemään samankaltaisia liikkeitä mitä oikeassa elämässä vaadittaisiin näitä urheilulajeja harrastaessa. Wii Sports Resortin mukana tuli myös Wii MotionPlus, joka oli pieni ohjaimen liitettävä laite, joka lisäsi sen tarkkuutta. Wii Remote sopii myös hyvin First Person Shooter -tyyppisiin peleihin, koska sillä on helppo osoittaa ruudulla olevia asioita.

Wii Remotelle onkin olemassa paljon erilaisia lisäosia, kuten nunchuk, jossa on lisänappeja sekä tatti, mahdollistaen tavanomaisemman tavan pelata pelejä, joissa ei välttämättä tarvita liikkeen tunnistusta. Lisäksi on olemassa ratti, johon ohjaimen itsensä voi laittaa kiinni ajopelejä varten sekä myös Wii Zapper (kuva 9), johon myös voi laittaa ohjaimen sekä nunchukin kiinni, ja se toimii aseena muotoisena ohjaimena.



Kuva 9. Wii Zapper (Wikimedia, 2009)

Wii Sports Resortin lisäksi Wiille ja sen seuraajalle Wii U:lle on olemassa kuntoilu- ja terveyspelejä. Hyödyntämällä Wii Balance Board-lisälaitetta Wii Fit, Wii Fit Plus ja Wii Fit U antavat pelaajalle mahdollisuuden tehdä erilaisia jooga-, tasapaino- ja aerobisia harjoituksia joko yksittäin tai oman treeniohjelman mukaisesti.

Wii Fit pelit mahdollistavat kuntoilun hausalla ja pelimäisellä tavalla. Pelisarjan menestys onkin ollut erittäin hyvä, myyden jopa yli neljännes miljoonaa yksikköä ensimmäisen viikon aikana. Wii Fit - peleille on löydetty käyttöä myös pelkän pelaamisen ulkopuolelta. Sitä on esimerkiksi mahdollista käyttää fysioterapiassa ja antamaan iäkkäille ihmisille mahdollisuuden tehdä kevyttä liikuntaa. (BBC, 2/2009, Adam checks out Wii physiotherapy for kids; Vgchartz, 10/2016, Wii Fit)

3.2 Kinect

Kinect (kuva 10) on Microsoftin kehittämä liikkeitä tunnistava laite, jota voi käyttää Xbox 360 ja Xbox One - konsoleissa sekä myös tietokoneissa, joissa on Windows käyttöjärjestelmä. Kinect ei vaadi minkäänlaista erillistä ohjainta vaan toimii pelkästään käyttäjän kehon liikkeiden ja äänien perusteella. Suunnitteluvaiheessa Kinect tunnettiin nimellä projekti Natal. Microsoft ilmoitti ensimmäisen kerran suunnittelevansa Kinectiä vuoden 2009 E3 tapahtumassa ja näytti muutamia yksinkertaisia demoja siitä, mihin laite kykenee. Microsoft julkaisi laitteen vuoden 2010 loppupuolella. (Cnet, 02/2011, Timeline: A look back at Kinect's history)



Kuva 10. Kinect (Wikimedia, 2011)

Kinectissä olevat infrapuna- ja RGB-kamerat pystyvät tunnistamaan ja seuraamaan käyttäjän koko kehon liikkeitä sekä luomaan 3D-mallin Kinectin välittömästä ympäristöstä. Tämä saavutetaan lähettämällä ympäristöön infrapunavalopisteitä tietynlaisessa ruudukossa (kuva 11). Kinectin kamerat pystyvät näkemään nämä valopisteet ja kykenee laskemaan, missä käyttäjä(t) ja huoneessa olevat esineet ovat. Kinect on tarpeeksi tehokas ja tarkka kyetäkseen tunnistamaan eleitä sekä käyttäjän kasvot. Laitteessa on myös mikrofoni, joka mahdollistaa laitteen hallitsemisen myös äänikomennoilla, eikä pelaajan tarvitse hankkia erillistä mikrofonia videopelejä varten. (Seattlepi, 06/2009, Project Natal 101; Mashable, 11/2012, This is How Microsoft's Kinect Actually Works)



Kuva 11. Infrapunavalopisteitä (Jahya, 2013)

Kinect sai päivityksen uuden konsolisukupolven myötä. Xbox Onen mukana tuleva Kinect on tarkempi ja siinä on laajempi näkökenttä kuin edellisissä versioissa. Siihen on lisäksi ohjelmoitu enemmän äänikomentoja. Se pystyy seuraamaan parhaimmillaan kuutta eri käyttäjää ja rakentamaan jokaiselle oman virtuaalisen luurangon. Se kykenee myös havaitsemaan käyttäjänsä sydämensykkeen, kasvojen ilmeen ja eleitä, joita käyttäjä tekee ohjaimellaan. Pelissä voi esimerkiksi ohjainta nostamalla saada jonkin esineen nousemaan. (Engadget, 05/2013, Microsofts new Kinect is official)

Kuten Wiille, myös Kinectille on olemassa paljon urheilu- ja liikuntateemaisia pelejä kuten koripalloa, golfia ja tanssipelejä. Kinect tuntuukin sopivan paljon paremmin kuin Wii sen tyylisiin peleihin, joissa pelaajan on mahdollista käyttää koko kehoaan. Tavanomaisissa ammuskelu- tai seikkailupeleissä voi olla vaikeaa löytää tilanteita, joissa pelaaja voi hyödyntää kaikkia raajojaan yhtä aikaa ilman, että se

olisi liian vaikeaa pelaajalle. Jatkuva liikkuminen saattaa väsyttää pelaajan hyvin nopeasti ja voi olla henkisesti raskasta, jos pelaajan täytyy tehdä monimutkaisia liikesarjoja, jotta hahmo tekee oikean asian pelissä. Pelien kehittämisessä tulee ottaa huomioon laitteiden rajojen lisäksi myös pelaajan rajat.

Toinen rajoitus, mikä Kinectillä on verrattuna Wiihin, on, ettei pelaaja saa minkäänlaista haptista, tuntoaistiin perustuvaa palautetta. Vaikka pelihahmon liikkeet voivatkin vastata käyttäjän liikkeitä, voi tulla tilanteita, joissa pelihahmo ei kykene tekemään samaa liikettä tai jossa liike keskeytyy eikä mene loppuun asti. Esimerkki tästä voisi olla seikkailupeli, jossa pelaaja miekkailee toista hahmoa vastaan. Pelihahmon miekka saatetaan torjua, ja se liikkuu eri suuntaan kuin mihin pelaaja yrittää liikuttaa sitä. Samanlainen tilanne on tietenkin mahdollista myös Wii Remoten tapauksessa, mutta Wiin ohjain sisältää kaiuttimen antamaan ääniefektejä sekä yleisesti ohjaimista löytyvän värinämahdollisuuden. Näitä hyödyntämällä pelaaja pysyy paremmin syventyneenä peliin, vaikka liikkeet eivät välttämättä vastakaan täydellisesti jokaista pelaajan tekemää liikettä.

4 VIRTUAL REALITY

Todellisuus on ympärillämme oleva maailma, jota voimme havaita aisteillamme. Ympäristömme antaa aisteillemme koko ajan informaatiota siitä mitä se sisältää, hajuja, ääniä jne., ja tämä informaatio käsitellään aivoissamme. Jos voimme antaa aisteillemme keinotekoisista informaatiota, havaitsemamme maailma vaihtuisi tämän informaation mukaiseksi. Vaikka se ei olisikaan todellinen maailma, olisi se silti meidän näkökannastamme todellista. Virtuaalisen todellisuuden voidaankin sanoa olevan keinotekoisesti luotu ympäristö, jonka aisteillemme antama informaatio saa meidät luulemaan, että olemme oikeasti siellä. (Virtual reality society, 01/2016, What is Virtual Reality?)

Useimmissa videopeleissä onkin virtuaalinen maailma, johon pelaaja voi uppoutua sisälle. Videopelit pyrkivät antamaan pelaajilleen mahdollisimman syvän ja aidon tuntuksen maailman sekä visuaalisesti että audiitiivisesti, ja tarinapohjaisissa videopeleissä pelaajalla on mahdollisuus eläytyä pelin tarinaan ja hahmoihin. Viime vuosien aikana kehitetyt virtuaalitodellisuuslasit antavat pelaajille mahdollisuuden nähdä videopelien maailman aivan kuin hän olisi sen sisällä.

Vaikka virtuaalinen todellisuus ei ole rajoitettu pelkästään videopelien pariin, ja virtuaalitodellisuuslaitteita voi olla montaa erilaista (kuten aiemmin mainitut liikkeitä tunnistavat laitteet), tässä kappaleessa virtuaaliseen todellisuuteen perehdytään pääsääntöisesti virtuaalitodellisuuslasien kannalta. Virtuaalisella todellisuu-
della tarkoitetaan tässä tapauksessa kolmiulotteista, tietokoneella luotua ympäristöä, jota käyttäjä voi tutkia ja johon hän voi vaikuttaa. Virtuaalitodellisuuslasit ovat tapa, jolla käyttäjästä tulee osa virtuaalista maailmaa. (Virtual reality society, 01/2016, What is Virtual Reality?)

4.1 Idea

Vaikka teknologian kehitys viimeisen vuosikymmenen aikana on mahdollistanut virtuaalitodellisuuslasien menestyksen, idea laitteeseen, joka antaa käyttäjän syventyä näkemäänsä ympäristöön, on paljon vanhempi. Ensimmäinen tämänkaltaisen laite voidaankin jäljittää niinkin kauas kuin 1838, kun brittiläinen tiedemies Charles Wheatstone kehitti stereoskoopin. Stereoskoopilla voidaan katsoa kahta, samasta tilanteesta mutta hieman eri kulmista, otettua kuvaa, ja luoda niihin syvyysvaikutelma. Stereoskoopin suunnitteluperiaatteita hyödynnetään mm. Google Cardboard - virtuaalitodellisuuslaseissa. (Virtual reality society, 01/2016, History of Virtual Reality)

Yli sata vuotta myöhemmin Morton Heilig kehitti laitteen nimeltä Sensorama (kuva 12), joka hyödynsi Wheatstonen kehittämää stereoskooppia. Se oli teatterilaitte, jonka tarkoituksena oli stimuloida kaikkia katsojan aisteja, eikä pelkästään näköä ja kuuloa. Se pystyi luomaan tuulta ja hajuja vastaamaan mitä filmissä tapahtui. (Virtual reality society, 01/2016, History of Virtual Reality)



Kuva 12. Sensorama (Engadget, 2014)

Morton Heilig kehitti myös ensimmäisen päässä pidettävän näyttölaitteen (head-mounted display) vuonna 1960, joka on tyyliltään samanlainen kuin nykypäivän virtuaalitodellisuuslasit. Tätä laitetta ei ollut kuitenkaan tarkoitettu videopelejä varten, sillä ne olivat vasta ottamassa ensi askeliaan. Aivan kuin Sensorama, tämä

laite oli suunniteltu filmien katselemiseen, eikä se sisältänyt minkäänlaista liikkeen seurainta, joten katsojan näkemä kuva oli aina samasta kulmasta. Vuotta myöhemmin kehiteltiin laite, the Headsight, joka oli suunniteltu armeijan käyttöön. Sen tarkoituksena oli antaa armeijalle mahdollisuus seurata vaarallisia tilanteita etäältä. Headsight oli kiinnitettynä kameraan, jota pystyi liikuttamaan kääntämällä päätään, antaen käyttäjälle kyvyn katsella ympärilleen kameran kautta. (Virtual reality society, 01/2016, History of Virtual Reality)

Vuonna 1968 tietojenkäsittelytieteilijä Ivan Sutherland kehitti laitteen, jota pidetään yleisesti maailman ensimmäisenä virtuaalitodellisuus/lisätty todellisuus - näyttölaitteena, The Sword of Damocles (kuva 13). Tämä laite oli kiinnitettynä tietokoneeseen kameran sijaan ja pystyi luomaan käyttäjälleen yksinkertaisia rautalan-kamallisia huoneita ja esineitä. Termiä virtuaalitodellisuus alettiin käyttämään vasta 1980-luvun loppupuolella. (Virtual reality society, 01/2016, History of Virtual Reality)



Kuva 13. Sword of Damocles (Virtual reality society, 2016)

Ensimmäinen videopelejä varten tarkoitettu virtuaalitodellisuuslaite oli suunnitella vuonna 1991, kun Sega ilmoitti suunnittelevansa virtuaalitodellisuuslaseja Sega Genesis -konsolilleen. Sen prototyyppi kykeni seuraamaan pään liikkeitä, siinä oli stereoääni sekä kaksi LCD monitoria visiirissä. Tämä laite ei kuitenkaan päässyt prototyyppitasoa pidemmälle teknisten vaikeuksien vuoksi, eikä laite tullut koskaan kuluttajien käyttöön. (Sega16, 12/2004, Sega VR: Great Idea or Wishful Thinking?)

Vaikka vuosien mittaan kehitettiin useita erilaisia virtuaalitodellisuuslaitteita, eivät ne ole onnistuneet saamaan valtavaa suosiota videopelien parissa ennen kuin vasta 2010-luvulla, kun Palmer Luckey alkoi suunnitella Oculus Rift - virtuaalitodellisuuslasejaan (kuva 14). Tämä laite on kerännyt suurta suosiota videopelitalouden parissa ja on ollut käytännössä lähtölaukaus suuremmalle virtuaalitodellisuuslaitteiden kehitykselle. Muutaman viime vuoden aikana markkinoille on tullut Oculus Riftin lisäksi useita muitakin virtuaalitodellisuuslaseja, kuten Sony:n PlayStation VR sekä Valven ja sen partnerin HTC:n HTC Vive. Markkinoille on tullut myös tuotteita, joilla voi muuttaa matkapuhelimen virtuaalitodellisuuslaseiksi, kuten Google Cardboard sekä Samsung Gear VR. Oculus Rift - virtuaalitodellisuuslaseille on myös suunnitteilla useita lisälaitteita, joiden tarkoitus on entisestään parantaa videopelikokemusta.



Kuva 14. Oculus Rift (Arstechnica, 2016)

4.2 Toimintaperiaatteet

Monet näistä virtuaalitodellisuuslaseista toimivat samalla periaatteella, mutta jokaisessa on pieniä eroja toteutuksessa. Nämä laitteet hyödyntävät aikaisemmin tekstissä käsitellyn stereoskoopin periaatteita. Jokaisessa laitteessa on joko kaksi erillistä näyttöä, yksi kummallekin silmälle, tai yksi näyttö, johon tulee kaksi erillistä videosyötettä. Näyttöjen etäisyyttä on mahdollista muuttaa, jotta laitteet ovat sopivia jokaiselle käyttäjälle. Oculus Rift- ja HTC Vive - laitteissa on lisäksi myös kuulokkeet ja mikrofoni, joten käyttäjällä ei tarvitse olla niitä erikseen. (Wareable,

10/2016. How Does VR Actually Work; Digitaltrends, 10/2016, Oculus Rift vs HTC Vive)

Jotta käyttäjä pystyy eläytymään täysin virtuaaliseen maailmaan, jonka hän näkee näiden virtuaalitodellisuuslasien kautta, tulee hänen näkemänsä kuvan olla virheetöntä ja hyvälaatuista. Asiat, kuten kuinka laaja näkökenttä laitteella on tai mikään kuvataajuus on, vaikuttavat suuresti käyttäjän kokemukseen. Ihmisillä on esimerkiksi n. 180 asteen näkökenttä katsottaessa suoraan eteenpäin, kun taas molemmilla edellä mainituilla laitteilla on vain 110 asteen näkökenttä, joka on kuitenkin riittävä näille laitteille. Kuvataajuus, eli kuinka monta kuvaa piirretään näytölle sekunnissa, tulee olla vähintään 60 kuvaa sekunnissa, jotta käyttäjän näkemä kuva pysyy tarpeeksi tasaisena eikä aiheuta pahoinvointia. Latenssin määrä on myös hyvin tärkeä luomaan illuusiota, että käyttäjä on oikeasti virtuaalimaailman sisällä. Jos käyttäjä huomaa viivettä omien liikkeittensä ja kuvan vaihtumisen välillä, voi se myös aiheuttaa pahoinvointia. Tämä pahoinvointi muistuttaa matkapaahoinvointia ja siitä käytetäänkin nimeä kyber-pahoinvointi. (Wareable, 10/2016. How Does VR Actually Work; Androidauthority, 7/2016, How Does Virtual Reality Work)

Virtuaalitodellisuuslasit hyödyntävät myös paljon samanlaista teknologiaa, jota löytyy matkapuhelimista tai aikaisemmin tekstissä käsitellystä Wii Remotesta seuratakseen käyttäjän pään liikkeitä. Oculus Rift hyödyntää muun muassa kiihtyvyyssmittaria, gyroskooppia ja magnetometriä määrittääkseen, missä käyttäjän pää sijaitsee 3D-tilassa ja mihin suuntaan hän katsoo. Siinä on myös lisäksi infrapuna LED valoja, jota Oculuksen Constellation-seurantajärjestelmä (kuva 15) pystyy jäljittämään. Käyttäjä pystyykin katselemaan ympärilleen virtuaalimaailmassa, aivan kuten oikeassa maailmassa. Suuri ero näiden laitteiden välillä on kuitenkin siinä, että Oculus Rift on suunniteltu pääasiallisesti istualta pelaamiselle, kun taas HTC Vive soveltuu hyvin isommalle alueelle, jossa pelaaja voi liikkua. (Wareable, 3/2016, How Oculus Rift Works)



Kuva 15. Constellation-seurantajärjestelmä (Wareable, 2016)

Oculus Riftille ja HTC Viveille on olemassa myös omat liikkeitä tunnistavat ohjaimensa, Oculus Touch ja Vive Controller (kuva 16). Molemmat näistä toimivat hyvin samalla tavoin kuin aikaisemmin tekstissä käsitellyt liikkeitä tunnistavat laitteet, antaen käyttäjälle mahdollisuuden olla vuorovaikutuksessa virtuaalisen ympäristön kanssa käyttämällä omaa kehoaan. Näiden ohjaimien on tarkoitus toimia virtuaalisina käsinä videopelejä pelattaessa. Ne eivät ole kuitenkaan välttämättömiä, ja molempia virtuaalitodellisuuslaseja voi käyttää myös tavallisen ohjaimen kanssa. (Digitaltrends, 10/2016, Oculus Rift vs HTC Vive)



Kuva 16. Vive Controller ja Oculus Touch (Roadtovr, 2016)

4.3 Käyttö

Oculus Rift ja HTC Vive ovat molemmat suunniteltu pääsääntöisesti videopelaamista varten. Innostus kehittää näille laitteille on ollut niin suuri, että HTC Vivelle oli luvassa yli sata videopeliä jo sen ennakkotilausvaiheessa. Lukuisiin peleihin, joita ei alun perin tehty virtuaalitodellisuuslaitteille, on myös lisätty mahdollisuus käyttää niitä. (Finder, 02/2016, Complete List of HTC Vive VR Games)

Virtuaalitodellisuuslasit toimivat parhaiten videopeleissä, joissa pelaaja voi ottaa yhden hahmon roolin ja nähdä maailman hänen kannaltaan (kuva 17). Videopeli-genret kuten seikkailu, kauhu ja first person shooter ovatkin erittäin toimivia, jossa pelaaja voi tutkia ympäristöään ja hyödyntää virtuaalitodellisuuslasien antamaan perspektiiviä. Strategiapelit taas eivät sovellu näille laitteille kovinkaan hyvin, sillä ne vaativat yleensä laajempaa näkökulmaa asioihin, ja ne on vain harvoin kuvattu yksittäisen hahmon näkökulmasta. Myös hyvin nopeatempoiset pelit saattavat aiheuttaa ongelmia, sillä ne voivat olla vaikeita seurata ja voivat helposti aiheuttaa pelaajalle pahoinvointia.



Kuva 17. The Climb - videopeli Oculus Riftille (Theclimbgame, 2016)

Sen lisäksi, että molemmille virtuaalitodellisuuslaseille on omat liikkeitä tunnistavat ohjaimensa, on näillä laitteille pyritty myös kehittämään muita tapoja lisätä pelaajan kykyä uppoutua videopeleihin. Esimerkki tällaisesta laitteesta on Virtuix Omni (kuva 18), joka on juoksumatto, jolla voi liikkua jokaiseen suuntaan. Sen tarkoituksena on antaa pelaajalle mahdollisuus siirtää liikkeensä virtuaaliseen maailmaan

ilman, että pelitilan rajat tulevat vastaan. Laitteessa olevat valjaat tukevat pelaajaa ja antavat hänelle vapauden kääntyä, kävellä ja juosta juoksumatolla haluamaansa suuntaan. Samalla periaatteella kuin Kinect pelaaja pystyy siirtämään suoraan kehonsa liikkeitä virtuaaliseen maailman ilman, että pelaajalla tarvitsee olla erillistä ohjainta videopelin pelaamiseen. Hyödyntämällä myös virtuaalitodellisuuslasien liikkeitä tunnistavia ohjaimia tämä tarkoittaisi käytännössä, että pelaajan koko kehon liikkeitä voidaan siirtää virtuaalimaailman hahmoon. (Virtuix, 11/2016, FAQ)



Kuva 18. Virtuix Omni (Virtuix, 2016)

Samaa pyrkii saavuttamaan myös The Void, jonka tarkoituksena on olla virtuaalitodellisuutta hyväksikäyttävä teemapuisto. The Void antaa käyttäjälle mahdollisuuden ottaa osaa erityyppisiin skenaarioihin sille erikseen rakennetussa tilassa. Käyttäjälle annetaan virtuaalitodellisuuslasit, kuulokkeet, jotka estävät kaiken ulkoa tulevan äänen sekä haptinen puku, jossa on myös lisäksi tietokone laseja varten. Käyttäjä pääsee sen jälkeen tutkimaan tilaa, joka vastaa rakenteeltaan käyttäjän lasien kautta näkemää virtuaalista maailmaa. Käyttäjä pystyy vapaasti liikkumaan tilassa, ja katossa olevat sensorit seuraavat hänen liikkeitään. Tila sisältää laitteita, kuten tuulettimia sekä lämpölamppuja, luomaan aidon tunteisen ympäristön käyttäjälle sekä rekvisiittaa, kuten aseita tai soihtuja, jotka vastaavat sitä, mitä käyttäjä näkee virtuaalisessa maailmassa. (Wikipedia, 10/2016, The Void)

The Void on ehdottomasti kaikkein mukaansatempaavin kokemus, joka on tällä hetkellä tarjolla videopelien kannalta. Pelaaja on kirjaimellisesti osa videopeliä alla olevan kuvan tavoin. Pelaaja liikkuu oikeassa maailmassa ja on vuorovaikutuksessa oikean maailman kanssa, mikä antaa kokemukselle aitouden tunnetta. Pelikokemukset on kuitenkin rajattu siihen, minkälaisen areenan pelille voi rakentaa, eivätkä pelit saa olla liian pitkiä, jotta pelaaja voi läpäistä ne yhden session aikana väsymättä tai, että ne eivät ole liian pitkiä kestoisia.



Kuva 19. The Void, vertailukuva (Roadtovr, 2016)

Virtuaalitodellisuudelle on löytynyt myös paljon käyttöä videopelien ulkopuolelta. Virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää esim. erilaisissa opetustilanteissa, kuten opetellessa lentokoneella lentämistä. Virtuaalitodellisuus antaa harjoittelijalle mahdollisuuden kokea eri tilanteita, joista hän voi löytää itsensä ilman mitään mahdollista vaaraa (kuva 20). Tämä on myös paljon nopeampi ja halvempi tapa kouluttaa lentäjiä kuin oikealla lentokoneella lentäminen, vaikka se ei sitä pystykään täysin korvaamaan. Myös lääketiedettä opiskelevat pystyvät virtuaalitodellisuutta käyttämällä opettelemaan erilaisten haavojen ja vaurioiden hoitamista. (Wikipedia, 11/2016, Virtual Reality; Virtual Reality Society, 01/2016, Applications of Virtual Reality)



Kuva 20. Laskuvarjohyppäjän koulutus virtuaalitodellisuuden avulla (Wikimedia, 2016)

4.4 Menestys

Virtuaalitodellisuuslasit ovat saavuttanut suurta menestystä lyhyessä ajassa. Oculus Rift onnistui keräämään vuonna 2012 lähes 2,5 miljoonaa dollaria kickstarter kampanjan avulla, ja pari vuotta myöhemmin Facebook osti Oculuksen 2 miljardilla dollarilla. Oculus Rift myös myi yli 175 000 kappaletta virtuaalitodellisuuslasejaan maaliskuu 2012 ja marraskuu 2015 välisenä aikana. Myös HTC Viven on raportoitu myyneen yli 140 000 kappaletta lokakuuhun 2016 mennessä, n. kuusi kuukautta julkaisun jälkeen. (Roadtovr, 06/2015, Oculus Reveals 175000 Rift Development Kits Sold; Techcrunch, 10/2016, New Numbers Home in on Vive Sales)

Vaikka nämä myyntiluvut saattavat vaikuttaa huonoilta, molemmat näistä virtuaalitodellisuuslaitteista ovat kalliita, Oculus Rift 599 dollaria ja HTC Vive 799 dollaria julkaisuvaiheessa. Tämä asettaa molemmat laitteet kalliimmaksi kuin yksikään pelikonsoli. Virtuaalitodellisuuslasit ovat tällä hetkellä vielä marginaalinen tuote pelimarkkinoilla, osaksi kovan hintansa takia, osaksi siksi, että sen käyttömahdollisuudet tavallisen kuluttajan kannalta ovat vielä rajalliset.

5 POHDINTA

Videopelien pelaamista pyritään kehittämään jatkuvasti eri keinoin, joko uusilla peli-ideoilla, paremmilla pelilaitteilla tai kokonaan uusilla konsepteilla. Liikkeitä tunnistavat laitteet merkitsivät kokonaisen konsolisukupolven ja virtuaalitodellisuudella on mahdollisuus samaan.

Nämä virtuaalitodellisuuslaitteet ovat antaneet pelaajille täysin uuden mahdollisuuden kokea videopelien maailma. Vaikka liikkeitä tunnistavat laitteet antoivat pelaajille eri tavan ohjata videopelejä, virtuaalitodellisuuslasit ovat antaneet pelaajille mahdollisuuden olla sisällä pelissä, olla itse osa peliä. Yhdessä nämä kaksi täydentävät toisiaan ja se näkyy parhaiten Virtuix Omnissa ja The Void:issa, jotka molemmat pyrkivät poistamaan rajoitukset videopelien ja todellisuuden välillä. Niiden avulla pelaajasta tulee videopelin hahmo.

Virtuaalitodellisuudella on kuitenkin muutamia ongelmia, jotka täytyy hoitaa ennen kuin siitä voi tulla yhtä yleinen laite kuin konsoleista. Virtuaalitodellisuuslaitteet ovat tällä hetkellä vielä erittäin kalliita, mikä vaikeuttaa niiden hankkimista. Myös niiden mahdollisesti aiheuttama kyber-pahoinvointi on suuri este mahdollisille käyttäjille. Jos näitä yksityiskohtia ei saada hoidettua kuntoon, virtuaalitodellisuus voi jäädä marginaaliselle tasolle kuluttajien parissa.

Vaikka The Void on vielä alkuvaiheessa, on se hyvässä asemassa näyttämään, mihin virtuaalitodellisuuslaitteet kykenevät. Erittäin puoleensavetävä kokemus, joka rikkoo liikkeitä tunnistavien pelilaitteiden asettamat rajat. The Voidin myötä voi tulla uusi nousu 1980-luvun tyyliin pelihalleille, jonne pelaajat voivat mennä pelaamaan haluamiaan virtuaalitodellisuuspelejä ja kilpailemaan keskenään. Täysin immersivisen kokemuksen kannalta tämä voikin olla halutumpi ratkaisu tällä hetkellä kuin yrittää saada sitä kotioloissa toimivaksi.

Virtuaalitodellisuuslaitteiden kehittyminen on myös iso askel kaikille simulaatioharjoitusta vaativille töille, kuten poliiseille, lääkäreille ym. Nähtäväksi kuitenkin jää, kuinka suureksi ilmiöksi virtuaalinen todellisuus pystyy lopulta kasvamaan ja mikä on seuraava suuri innovaatio virtuaalitodellisuuden jälkeen.

LÄHTEET

8bitjoystick (2009, kesäkuu 1) "E3 2009: Microsoft at E3 Several Metric Tons of Press Releaseapalloza", Seattlepi, Haettu 12 marraskuuta 2016 <<http://blog.seattlepi.com/digitaljoystick/2009/06/01/e3-2009-microsoft-at-e3-several-metric-tons-of-press-releaseapalloza/>>

Adam checks out Wii physiotherapy for kids (2009, helmikuu 9) BBC, Haettu 11 marraskuuta 2016 <http://news.bbc.co.uk/cbbcnews/hi/newsid_7870000/newsid_7877800/7877879.stm>

"Applications of Virtual Reality" (2016, tammikuu) Virtual reality society, Haettu 15 marraskuuta 2016 <<http://www.vrs.org.uk/virtual-reality-applications/>>

Biggs, (John 2016, lokakuu 19) "New numbers home in on Vive sales" Techcrunch Haettu 15 marraskuuta 2016 <<https://techcrunch.com/2016/10/19/new-numbers-home-in-on-vive-sales/>>

Brain, Marshall (5 syyskuu 2007) "How the Wii Works" HowStuffWorks.com. Haettu 7 marraskuuta 2016 <<http://electronics.howstuffworks.com/wii.htm>>

Chandler, Nathan (25 maaliskuu 2015) "How the Nintendo Power Glove Worked" HowStuffWorks.com. Haettu 9 marraskuuta 2016 <<http://electronics.howstuffworks.com/nintendo-power-glove.htm>>

Charara, Sophie (2016, lokakuu 5) "Explained: How does VR actually work" Wearable Haettu 14 marraskuuta 2016 <<https://www.wearable.com/vr/how-does-vr-work-explained>>

Chikhani, Riad (31 lokakuu 2015) "The History of Gaming: An Evolving Community". Techcrunch.com Haettu 4 marraskuuta 2016 <<https://techcrunch.com/2015/10/31/the-history-of-gaming-an-evolving-community/>>

"Complete list of htc vive vr games" (2016, huhtikuu) Finder Haettu 14 marraskuuta 2016 <<https://www.finder.com.au/gaming/complete-list-of-htc-vive-vr-games>>

Frequently asked questions (2016) Virtuix Haettu 15 marraskuuta 2016 <<http://www.virtuix.com/frequently-asked-questions/>>

From Sticks and Buttons to Motion Controls, (2012, joulukuu), IGN, Haettu 7 marraskuuta 2016 <<http://www.ign.com/wikis/wii-u/History>>

Hayden, Scott (2015, kesäkuu 12) "Oculus Reveals More than 175,000 Rift Development Kits Sold" Roadtovr Haettu 15 marraskuuta 2016 <<http://www.roadtovr.com/oculus-reveals-175000-rift-development-kits-sold/>>

History of video games. (2016, marraskuu 18). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Haettu 18 marraskuuta 2016 https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_video_games&oldid=750177026

History of Virtual Reality (2016, tammikuu) Virtual reality society Haettu 14 marraskuuta 2016 <<http://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>

Horowitz, Ken (2004, joulukuu 28) "Sega VR: Great Idea or Wishful Thinking" Sega-16 Haettu 14 marraskuuta 2016 <[https://web.archive.org/web/20100114191355/http://sega-16.com/feature_page.php?id=5&title=Sega Vr: Great Idea or Wishful Thinking?](https://web.archive.org/web/20100114191355/http://sega-16.com/feature_page.php?id=5&title=Sega_Vr:_Great_Idea_or_Wishful_Thinking?)>

Kudler, Amanda "Timeline: Video Games" Infoplease. © 2000-2015 Sandbox Networks, Inc., publishing as Infoplease, haettu 4 marraskuuta 2016 <<http://www.infoplease.com/spot/gamestimeline4.html>>

Lowensohn, Josh (2011, helmikuu 23) "Timeline: A look back at Kinect's history" Cnet Haettu 12 marraskuuta 2016 <<https://www.cnet.com/news/timeline-a-look-back-at-kinects-history/>>

Mullis, Alex (2016, heinäkuu 15) "How does virtual reality work" Androidauthority Haettu 14 marraskuuta 2016 <<http://www.androidauthority.com/virtual-reality-work-702049/>>

Nield, David (2016, maaliskuu 29) "How Oculus Rift works" Wareable Haettu 14 marraskuuta 2016 <<https://www.wareable.com/oculus-rift/how-oculus-rift-works>>

O'Brien, Terrence (2013, toukokuu 21) "Microsoft's new Kinect is official", engadget Haettu 12 marraskuuta 2016 <<https://www.engadget.com/2013/05/21/microsofts-new-kinect-is-official/>>

"Oculus rift vs htc vive" (2016, lokakuu 16) Digital trends Haettu 14 marraskuuta 2016 <<http://www.digitaltrends.com/virtual-reality/oculus-rift-vs-htc-vive/>>

"Power Glove", (2008, toukokuu), Giantbomb, Haettu 12 marraskuuta 2016 <<http://www.giantbomb.com/power-glove/3000-2/>>

Stark, Chelse (2012, marraskuu 29), "This Is How Microsoft's Kinect Actually Works", Mashable Haettu 12 marraskuuta 2016 <<http://mashable.com/2012/11/29/microsoft-kinect/#BTLxBiBSOkq6>>

The Void (virtual reality). (2016, syyskuu 18). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Haettu 18 marraskuuta 2016 [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=The_Void_\(virtual_reality\)&oldid=740053296](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=The_Void_(virtual_reality)&oldid=740053296)

Tyson, Jeff (16 lokakuu 2000) "How Video Game Systems Work" HowStuffWorks.com. Haettu 4 marraskuuta 2016 <<http://electronics.howstuffworks.com/video-game.htm>>

Wii. (2016, marraskuu 15). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Haettu 15 November 2016 <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Wii&oldid=749690153>

Wii Fit. (2016, lokakuu 31). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Haettu 31 marraskuuta 2016 https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Wii_Fit&oldid=747120295

Wii Fit, (2016, lokakuu 22), VGchartz Haettu 11 marraskuuta 2016 <<http://www.vgchartz.com/game/7480/wii-fit/Global/>>

"What is Virtual Reality" (2016, tammikuu) Virtual reality society Haettu 14 marraskuuta 2016 <<http://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html>>

Kuvalähteet:

Atari2600a (2014) Wikimedia Haettu 10 marraskuuta 2016 <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atari2600a.JPG>

Dance mat reviews (2014) Ddrpcgamer 12 marraskuuta 2016 <http://www.ddrpcgamer.com/dance-mat-reviews.htm>

Fixing E.T The Extra-Terrestrial for the Atari 2600 (2013) Neocomputer Haettu 11 Marraskuuta 2016 <http://www.neocomputer.org/projects/et/>

History of virtual reality (2016) Virtual reality society Haettu 15 marraskuuta 2016 <http://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

How a Depth Sensor works – in 5 minutes (2013) Jahya Haettu 14 marraskuuta 2016 <https://jahya.net/blog/how-depth-sensor-works-in-5-minutes/>

How Oculus rift works (2016) wareable Haettu 15 marraskuuta 2016 <https://www.wareable.com/oculus-rift/how-oculus-rift-works>

Including controllers, vive and rift could be evenly matched on price (2016) roadtovr Haettu 15 marraskuuta 2016 <http://www.roadtovr.com/including-controllers-htc-vive-and-oculus-rift-could-be-evenly-matched-on-price-touch/>

Magnavox Odyssey (2016) Wikipedia Haettu 10 marraskuuta 2016 https://en.wikipedia.org/wiki/Magnavox_Odyssey

NES (n. d.) Gameberry Haettu 26 marraskuuta 2016 <http://www.gameberry.net/laitteet/nes.php>

Power Glove (2016) Wikipedia 12 marraskuuta 2016 https://en.wikipedia.org/wiki/Power_Glove

Products (2016) Virtuix Haettu 16 marraskuuta 2016 <http://www.virtuix.com/products/>

Sneak peek at the Void's latest tech to feature at TED 2016 (2016) roadtovr Haettu 16 marraskuuta 2016 <http://www.roadtovr.com/we-take-a-sneak-peek-at-the-voids-ted2016-experience/>

Theclimbgame (2016) etusivu Haettu 16 marraskuuta 2016
<http://www.theclimbgame.com/>

The sights and scents of the sensorama simulator (2014) Engadget Haettu 15 marraskuuta 2016 <https://www.engadget.com/2014/02/16/morton-heiligs-sensor-ama-simulator/>

Video Game Console Prices – Adjusted for Inflation (2016) Techraptor Haettu 12 marraskuuta 2016 <https://techraptor.net/content/video-game-console-prices-adjusted-for-inflation>

VR helm (2016) Wikimedia Haettu 16 marraskuuta 2016 <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VR-Helm.jpg>

Which VR headset should you buy (2016) arstechnica Haettu 15 marraskuuta 2016 <http://arstechnica.com/gaming/2016/10/best-vr-headset-2016-psvr-rift-vive/>

Wii Zapper (2009) Wikimedia Haettu 13 marraskuuta 2016 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wii_Zapper-2009-03-12.jpg

Xbox 360 kinect standalone (2011) Wikimedia Haettu 14 marraskuuta 2016 <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xbox-360-Kinect-Standalone.png>

You can play pikmin 3 with a standard wii remote (2013) Mynintendonews Haettu 13 marraskuuta 2016 <https://mynintendonews.com/2013/07/15/you-can-play-pikmin-3-with-a-standard-wii-remote/>