

Roope Koski

Virtuaalitodellisuussovellusten suunnittelun ohjeistus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintätekniiikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

7.5.2018

Tekijä Otsikko	Roope Koski Virtuaaliodellisuussovellusten suunnittelun ohjeistus
Sivumäärä Aika	43 sivua + 3 liitettä 7.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tieto- ja viestintäteknikka
Ammatillinen pääaine	Pelisovellukset
Ohjaaja	Lehtori Antti Laiho
<p>Insinööriyönä koottiin opaskirja virtuaaliodellisuussovellusten kehittämisestä suunnittelijan näkökulmasta. Työ toteutettiin tarpeesta koota hyvin hajautunutta tietoa yhteen helppoluokuisen pakettiin. Lopputuloksena syntyi englanninkielinen opaskirja ”Guide to VR Design”, ja opaskirjasta johdettu esitelmä.</p> <p>Tavoitteena oli koota mahdollisimman kattavan yleiskuvan antava tietopaketti virtuaaliodellisuudessa (VR) huomioon otettavista erityispiirteistä, käytävissä olevista työkaluista ja virtuaaliodellisuuden asettamista haasteista. Pohjana käytettiin useita ammattilaisten pitämiä luentoja, jotka käsittelivät virtuaaliodellisuutta ympäristön, immersion, interaktiosuunnittelun, käyttöliittymäsuunnittelun, virtuaalipahoinvoinnin ja virtuaaliodellisuuden suunnitteluprosessin näkökulmasta. Lisäksi käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta. Tietopohja valikoitui tekijän taustatutkimuksen tulosten analysoinnin pohjalta aiheisiin, jotka olivat eniten pinnalla virtuaaliodellisuudesta keskusteltaessa.</p> <p>Hajautuneesta tiedosta saatiin koottua melko yhtenäinen kokonaisuus, joskin opaskirja on hyvin pelkistetty katsaus virtuaaliodellisuussovellusten suunnitteluun. Se käsittelee virtuaaliodellisuutta ympäristönä ja avaa immersion ja läsnäolon roolia sekä käy läpi virtuaaliodellisuussovelluksen yleisiä ominaisuuksia ja sen erityispiirteitä interaktio- ja käyttöliittymäsuunnittelussa. Lisäksi se esittelee virtuaaliodellisuuden suunnitteluprosessin ja kartoittaa virtuaaliodellisuudesta johtuvan pahoinvoinnin syistä. Opaskirjan sisältö tarjoaa ajatusmallin, jota suunnittelija voi hyödyntää miettiessään, mitä kaikkea virtuaaliodellisuussovelluksen suunnittelussa tulisi muistaa ottaa huomioon.</p>	
Avainsanat	virtuaaliodellisuus, immersio, interaktiosuunnittelu, käyttöliittymäsuunnittelu, virtuaalipahoinvointi

Author Title	Roope Koski Design guide for virtual reality applications
Number of Pages Date	43 pages + 3 appendices 7 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information and Communication Technology
Professional Major	Game Applications
Instructor	Antti Laiho, Senior Lecturer
<p>This bachelor's thesis approaches virtual reality (VR) from the perspective of designer. Subject for the thesis derives from the need to understand the specific needs required to build an engaging virtual reality experience. This is achieved by collecting the scattered information in to a more coherent and simplified structure. The final product for the thesis was a guide book titled "Guide to VR Design" and a presentation based on the guidebook.</p> <p>The goal for the project was to create a comprehensive information package about the special characteristics of virtual reality, of the tools available for designers and about the challenges that can be faced in virtual reality. The theory was composed from lectures held by industry professionals and by using some theoretical literature. The subjects touched upon were virtual reality as an environment, immersion, interaction design, user interface design, virtual reality sickness and virtual reality design process. The theory used was selected from reviewing various source materials and choosing topics that were most discussed within the industry.</p> <p>Presentation about virtual reality design was compiled from the gathered source material. The presentation gives a very simplified look into virtual reality design. It touches on the subjects of virtual reality environments, immersion's and presence's role in virtual reality, goes through some general guidelines, and the quirks of interaction and user interface design in virtual reality. It also gives the reader an idea how the design process should be handled in virtual reality and how virtual reality sickness (VR sickness) is caused. The presentation gives it reader a mental model that can be used as a frame work when trying to figure out how to approach design in VR.</p>	
Keywords	virtual reality, immersion, interaction design, UI design, VR sickness

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Virtuaalitodellisuus	2
2.1	Virtuaalitodellisuus ympäristönä	5
2.2	Immersio ja läsnäolo	8
2.3	Uskottavuussopimus	10
2.4	Läsnäolon illuusio	11
2.5	Realismi	13
2.6	Outo laakso	14
3	Virtuaalitodellisuuden suunnittelu	15
3.1	Interaktiosuunnittelu	18
3.2	VR-maailman käyttömahdollisuudet	22
3.3	Tuntoaisti interaktiosuunnittelussa	23
3.4	Rasitus interaktiosuunnittelussa	24
3.5	Käyttöliittymäsuunnittelu	25
3.6	Valikot	27
3.7	VR-suunnitteluprosessi	28
3.8	VR-pahoinvointi	31
3.9	Liikkeestä johtumaton pahoinvointi	35
3.10	VR-pahoinvoinnin mittaaminen	36
4	Produktityyppisen opinnäytetyön toteutus	37
4.1	Toteutus	38
4.2	Produktin arviointi ja haasteet	39
5	Yhteenveto	40
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Opaskirja: Guide to VR Design	
	Liite 2. Esitelmä: Guide to VR Design	
	Liite 3. VR-pahoinvointikysely	

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on luoda helppokäyttöinen ohjeistus VR-sovellusten eli virtuaalitodellisuussovellusten suunnittelun kehitysympäristön erityispiirteitä silmällä pitäen. VR (Virtual Reality) on käsitteen virtuaalitodellisuus lyhenne ja sitä voidaan käyttää puhuttaessa mistä tahansa virtuaalitodellisuuteen liittyvästä aiheesta. Insinööriyöllä ei ole toimeksiantajaa. Aihe sai alkunsa kaupunkisuunnittelun VR-projektista, jonka parissa insinööriyön tekijä on työskennellyt toimiessaan pelisuunnittelijaharjoittelijana Metropolia Ammattikorkeakoulun kehittämissyksikön Electrian ja Vantaan kaupungin Smartlab-projektissa vuoden 2018 alusta lähtien.

Työn aihe muovautui tarpeesta koota VR-sovellusten suunnitteluun liittyvää aineistoa, ohjeistuksia ja oppeja yhteen. Insinööriyöntekijä on työskennellyt pelisuunnittelijana Metropoliaassa vajaat kaksi vuotta. Kokemusta on kertynyt sekä hyötypelien että viihdepelien suunnittelusta niin tietokoneille kuin mobiililaitteille, mutta virtuaalitodellisuus on alusta, johon ei ollut aikaisempaa syventymistä. VR on mediana aivan uudenlainen tapa kommunikoida ja toimia käyttäjän kanssa. Smartlabin projektia varten tehdyssä taustatutkimuksessa tuli nopeasti selväksi, että tieto on toistaiseksi hyvin pirstaloitunutta, eikä tietoa kokoavaa kirjallisuutta ole vielä juurikaan tuotettu. Insinööriyönä tehtävän oppaan tarkoitus on esitellä lyhyesti VR-sovellusten suunnittelun erityispiirteitä. VR-suunnittelun ohjeistuksen on tarkoitus toimia nopeana oppaana, jota kuka tahansa VR-sovellusten parissa työskentelevä suunnittelija pystyy hyödyntämään miettiessään eri aihealueiden tarpeita.

Insinööriyön päätavoite on luoda VR-suunnittelijan opas virtuaalimaailmaan, niin että se käsittelee VR-suunnittelua mahdollisimman kattavasti ja antaa pohjan laajemman tietoperustan rakentamiselle. Tarkoitus ei ole antaa valmiita ratkaisuja, vaan käsitys VR:n eroista muihin kehitysalustoihin nähden, kuvailla millaisia työkaluja suunnittelijalla on käytössä, ja huomioida, millaisiin haasteisiin VR:n kehityksessä voi törmätä. Tavoitteena on koota käytettävä tietoperusta mahdollisimman ajankohtaisista lähteistä.

Insinööriyön raportti käsittelee ensin tietoperustan, jonka pohjalta opaskirja luodaan. Tietoperustan valintaan vaikutti tehty taustatutkimus saatavilla olevasta materiaalista. Kirjallisuus aiheesta oli hyvin rajallista ja useasti vanhentunutta. Virtuaalitodellisuuden

murros nykyiseen muotoon alkoi kunnolla vuonna 2016, kun HTC Viven ja Oculus Riftin virtuaalitodellisuusalustat tulivat kuluttajamarkkinoille. Alustojen uutuuden vuoksi myöskään teoreettista kirjallisuutta ei ole paljoa. VR-ratkaisuja on ollut olemassa jo pidempään, mutta niiden pohjalta luotu teoria ei täysin vastaa HTC Viven ja Oculus Riftin tarjoamaa ympäristöä. Tästä syystä työssä käytetään paljon kvalitatiivista aineistoa, jota ei ole tieteellisesti ja kvantitatiivisesti tutkittu tai dokumentoitu. Puolet teoriasta pohjautuu alan ammattilaisten pitämiin luentoihin. Tietoperustan luotettavuuden parantamiseksi aineistossa on pyritty ottamaan huomioon aiheita, joista VR-yhteisössä käydään eniten keskustelua tällä hetkellä.

Työn tietoperusta on rajattu käsittelemään vain virtuaalitodellisuutta koskevaa materiaalia. Vertailua olisi voitu toteuttaa perinteisten ratkaisujen ja VR:n välillä, mutta VR:ää kokonaisvaltaisesti käsitteleviä opinnäyte- tai insinööritöitä ei vielä toistaiseksi ole olemassa. Muihin lopputöihin tutustuessa selvisi, että rajaukset on tähänastisissa töissä tehty joko hyvin teknisistä lähtökohdista tai rajattu käsittelemään enemmän virtuaalitodellisuuden visuaalisuutta. Pelisuunnittelijan näkökulmasta kokonaisvaltainen käsitys VR-sovellusten toteuttamisesta on tärkeää, ja tästä syystä tietoperustan pohjan rakentaminen kannattaa.

Insinööriyöhön kerätty tieto käsittelee VR-suunnittelua viidestä aihealueesta:

- virtuaalitodellisuus alustana
- immersio ja läsnäolo virtuaalitodellisuudessa
- VR-suunnittelu
- VR-suunnitteluprosessi
- VR-pahoinvointi.

2 Virtuaalitodellisuus

Käsiteltäessä virtuaalitodellisuutta aiheena on hyvä ymmärtää, että on kyse alasta ja aiheesta, jota ei nykyisessä muodossa ole koskaan aikaisemmin ole ollut olemassa. Vaikiintuneita käytäntöjä ei vielä ole, ja uutta tietoa saadaan koko ajan. Googlen Rob Jagnow kiteyttää hyvin VR-kehittämisen tilan luennossaan ”Lessons Learned from VR Prototyping” (2017) toteamalla, että tämän päivän parhaat käytännöt voivat olla huomisen huonoja ideoita.

Virtuaalitodellisuus on Merriam-Webster.com-sivuston mukaan tietokonesimuloitu ympäristö, joka luodaan henkilön aisteja stimuloimalla ja jonka tapahtumiin henkilö pystyy osittain vaikuttamaan. (Meriam-Webster 2018.) Teoksessaan ”The VR Book. Human-centered design for virtual reality” (2016) Jason Jerald määrittelee virtuaalitodellisuuden tietokoneella luoduksi digitaaliseksi ympäristöksi, jonka voi kokea ja jonka kanssa voi olla vuorovaikutuksessa aivan kuin aidossa ympäristössä. Hänen mukaansa ideaali virtuaalitodellisuus on niin aito, että käyttäjä voi fyysisesti kävellä esineiden luo ja ympärillä sekä koskettaa niitä aivan kuin ne olisivat aitoja. (Jerald 2016: 9.)

Miten virtuaalitodellisuus sitten eroaa perinteisistä digitaalisesta mediasta ja sen suunnitteluperiaatteista? Josh Naylor aloittaa luentonsa ”Unite Europe 2016 – User interface and gameplay design in VR” (2016) käyttöliittymä- ja pelisuunnittelusta virtuaalitodellisuudessa toteamalla, että millä tahansa muulla alustalla menestyneet pelinkehittäjät ovat voimattomia virtuaalitodellisuuden edessä, koska alusta on täysin uusi, eivätkä samat säännöt enää päde (Naylor 2016). Julkaisussaan ”Visual Design Methods for Virtual Reality” (2015) Mike Alger pohtii samaa aihetta miettimällä, ovatko nykyiset teoriat digitaalisesta vuorovaikutussuunnittelusta ollenkaan käyttökelpoisia virtuaalitodellisuudessa (Alger 2015a: 6).

Alger toteaa virtuaalitodellisuuden eroavan perinteisistä työskentely-ympäristöistä tavassa, jolla ihminen kommunikoi laitteen ja ohjelmistojen välillä. Perinteisesti käyttäjä tuijottaa joko tietokoneen tai puhelimen näyttöä ja kommunikoi ohjelmiston ja laitteen kanssa antaen sille komentoja joko kosketuksen tai näppäimistön avulla. Virtuaalitodellisuudessa käyttäjä on suljettuna virtuaaliseen maailmaan ja kommunikoi ohjelmiston ja laitteen kanssa aivan uudella tavalla. Alger toteaa, että tutkimuksen alussa heräsi kysymys, ovatko nykyiset teoriat digitaalisesta vuorovaikutussuunnittelusta ollenkaan käyttökelpoisia virtuaalitodellisuudessa. (Alger 2015a: 6.)

Jason Jerald puhuu lähes samasta aiheesta ja mainitsee, että virtuaalitodellisuudessa yksi tärkeä osa suunnittelua on kommunikoida käyttäjälle, kuinka virtuaalimaailma toimii, mikä on käyttäjän rooli maailmassa ja miten maailmaa ja sen sisältöä kontrolloidaan. Virtuaalitodellisuuden voi kuvitella kokemuksena ihmisen ja koneen yhteistyöstä, jossa ohjelmisto, kone ja sen osat toimivat harmonisessa yhteistyössä tuottaakseen käyttäjälle intuitiivisen kommunikointitavan käyttäjän ja koneen välille. Hyvin tehtynä kokemus on mukaansatempaava ja yksinkertainen. (Jerald 2016: 10.)

Tässä työssä keskitytään virtuaalitodellisuuteen, joka tuotetaan päähän laitettavien virtuaalilasien (VR-lasit, englanniksi HMD eli ”head mounted display”) avulla. Virtuaalilasit asetetaan käyttäjän silmille. Kummallekin silmälle on laseissa oma näyttö, joka käyttäjän kääntäessä ja kallistaessa päättään päivittää kuvaa kummallekin silmälle erikseen. (Alger 2015a: 11.) Kun kuva näytetään stereona hieman eri kohdista, lasit luovat vaikutelman oikeasta syvyydestä ja näin aidon tuntuisen virtuaalimaailman.

Algerin mukaan ihminen havainnoi tilaa kymmenen muuttujan avulla, joita ovat ihmisen x-, y- ja z-sijainti eli avaruudellinen sijainti, kallistuksen, kääntyvyyden ja kierron rotaatio sekä etäisyyden, horisontaalisen ja vertikaalisen positio suhteessa silmien suuntaan ja katseen fokukseen sekä pupillien laajeneminen. VR-lasit pystyvät uskottavasti korvaamaan kahdeksan näistä muuttujasta pupillien laajenemista ja katseen fokusta lukuun ottamatta. Nämä rajoitteet syntyvät pääosin nykyisen näyttötekniikan värien toiston rajallisuuden takia, milloin valon jokaista aaltopituutta ei pystytä simuloimaan samalla tavalla kuin oikeassa maailmassa. Algerin mukaan tämä ei kuitenkaan haittaa, sillä jo nykyiset VR-lasit vaikuttavat käyttäjän havainnointikykyyn luomalla uskottavan ympäristön, jossa pystyy hahmottamaan avaruudellista sijaintia ja virtuaalisen objektin koon. (Alger 2015a: 12.)

Koska virtuaalitodellisuus pystyy vaikuttamaan havainnointikykyyn näin uskottavasti, yksi sen merkittävimmistä ominaisuuksista on kyky luoda immersion ja läsnäolon tunnetta. Immersion käsite tulee peliteollisuudesta, ja sillä tarkoitetaan pelimaailmaan uppoamista niin, että pelin ulkopuolinen maailma unohtuu. Mike Algerin mukaan läsnäolon ja immersion tunne on helppo hyväksyä virtuaalitodellisuudessa, koska käyttäjä on virtuaalimaailman ja sen esineiden ympäröimä. Ihminen havainnoi maailmaa aistiensa avulla, joita pystytään hämäämään. Läsnäolon tunne syntyy, kun käyttäjän alitajuisesti toimivat aistit alkavat uskoa virtuaalitodellisuuden luomaa illuusioita. Immersion tunne taas vahvistuu tästä alitajuisesta läsnäolon tunteesta. Käyttäjän keho hyväksyy esitetyn maailman katseen ja kuulon avulla, jolloin käyttäjän on helpompi myös hyväksyä tekaistu maailma ympärillään. (Alger 2015a: 12–13) Immersiota ja läsnäolon käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.

2.1 Virtuaaliodellisuus ympäristönä

Ennen syventymistä VR-sovellusten suunnitteluun on hyvä määritellä tila, johon sisältöä tuotetaan. Vaikka käytössä on maailma, jossa on 360 astetta hyödynnettävänä, aiheuttavat sekä nykyisten laitteiden tekniset rajoitukset että ihmisen fyysiset ominaisuudet rajoituksia, joista suunnittelijan on hyvä olla tietoinen. Rajoitusten takia on hyvä määritellä alueet, joiden mukaan sisällön asettelua tulisi lähestyä.

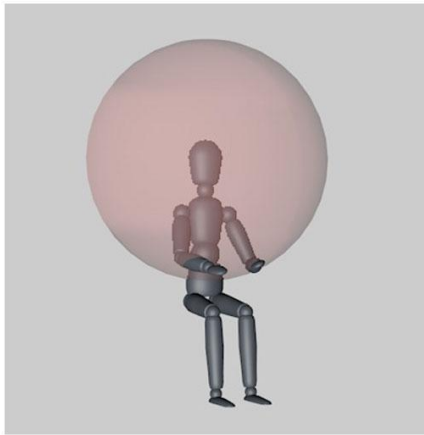
Mike Alger esittelee julkaisussaan sisältöalueet (Content Zones), joiden mukaan hän pyrkii määrittelemään, miten käyttöliittymän osat asetellaan mahdollisimman tehokkaaksi ja mukavaksi käyttökokemukseksi. Sisältöalueet on määritelty Oculus Riftin vaatimusten mukaan ja istuvaa työntekijää ajatellen, mutta soveltamalla näitä alueita on mahdollista määritellä suuntaa antava rakenne, jonka pohjalta voidaan lähestyä lähes mitä tahansa virtuaaliodellisuuden projektia. (Alger 2015a: 36.)

Algerin julkaisun tutkimukset osoittivat, että mitä lähemmäs kappale, jota käyttäjä katsoo, tulee käyttäjän kasvoja, sitä enemmän se rasittaa silmiä, koska silmät menevät ristiin. Rasitus tuntuu pahimmalta puolen metrin (0,5 m) ja metrin (1 m) välillä. Syvyysnäön vaikutelma on vahvimillaan 0,75 metrin ja kymmenen (10) metrin välisellä etäisyydellä. Syvyysvaikutelma alkaa heiketä hitaasti kymmenestä metristä aina kahteenkymmeneen (20) metriin asti, minkä jälkeen syvyyden vaikutelmaa ei enää erota virtuaaliodellisuudessa. Algerin muodostamiin etäisyyksiin vaikuttavat osittain virtuaalilasien nykyiset resoluutiot, joten teknologian kehittyessä nämä luvut todennäköisesti muuttuvat. Alger jatkaa yhdistämällä etäisyyksiin pään kääntyvyyden. Algerin mukaan ihmisen pää voi mukavasti kääntyä 30 astetta sivuille horisontaalisesti ja enintään 55 astetta. Vertikaalisesti pään liikkuvuus ylöspäin tuntuu mielekkäältä 20 asteeseen asti ja kääntyy enimmillään 60 asteeseen. Alaspäin katsoessa pää kääntyy mukavasti 12 astetta ja enimmillään 40 astetta. Yhdistämällä pään kääntyvyyden virtuaalikypärien näkökenttään, joka on n. 110 astetta HTC Vivessä ja n. 100 astetta Oculus Riftissä, saadaan katseluetäisyyksistä malli, jonka mukaan sijoitella asioita virtuaalimaailmaan. (Alger 2015a: 36–37.) Kuva 1 havainnollistaa tätä Algerin mallia 2D-mallina 3D-maailmasta.

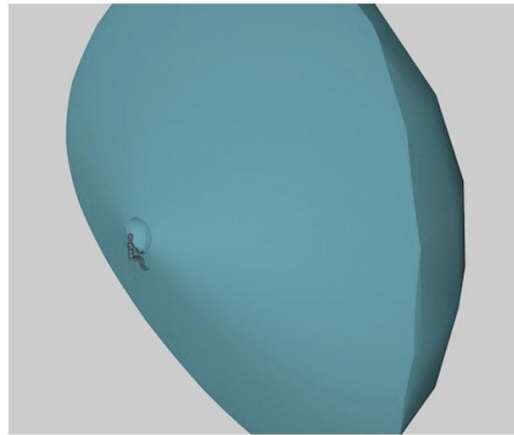


Kuva 1. Mike Algerin virtuaalitodellisuuden sisältömalli (Alger 2015b).

Kuten kuvassa 1 nähdään, Alger on nimennyt eri sijoitusalueet niiden tarkoitusperien mukaisesti. Ei-alue (*No-no Zone*) on alue 0,5 metristä alaspäin. Vaikka Oculus Rift määrittelee omassa sisällössään, että sisältöä ei asettaa 0,75 metriä lähemmäs käyttäjää, pitää Alger 0,5:tä metriä yleispätevämpänä ohjeena. Ei-alueen sisään ei tulisi asettaa mitään pysyvää, koska ihmisen katse menee ristiin ja rasittaa silmiä hyvin nopeasti. Ihmisen huomio on kuitenkin mahdollista kiinnittää tällä alueella tehokkaasti liikkeen avulla, kunhan objekti ei jää ei-alueen sisälle. Miellyttävän sisällön alue (*Comfortable Content Zone*) on alue käyttäjän edessä 70 astetta kummallekin sivulle aina 20 metriin asti, jossa etualalla ovat asiat 1,5 metrin sisällä. Lähes kaikki sisältö, jota käyttöliittymässä halutaan olevan, pitäisi asettaa miellyttävän sisällön alueelle. Käännyttäessä yli 70 astetta sivuille aina 105 asteeseen asti on alue, jota Alger kutsuu ääreisalueeksi (*Peripheral Zone*). Tälle alueelle voidaan vielä asettaa jotain tarpeellista, mutta pään kääntäminen yli 70 asteen kulmaan pidemmäksi aikaa rasittaa käyttäjän niskaa pidemmässä käytössä. Mielenkiinnon alue (*Curiosity Zone*) on alue käyttäjän selän takana. Tänne näkeminen vaatii koko kehon kääntämistä. (Alger, 2015a: 36–38, 44.) Kuvassa 2 on Algerin ei-alue ja sisältöalue 3D-mallinnettuna.



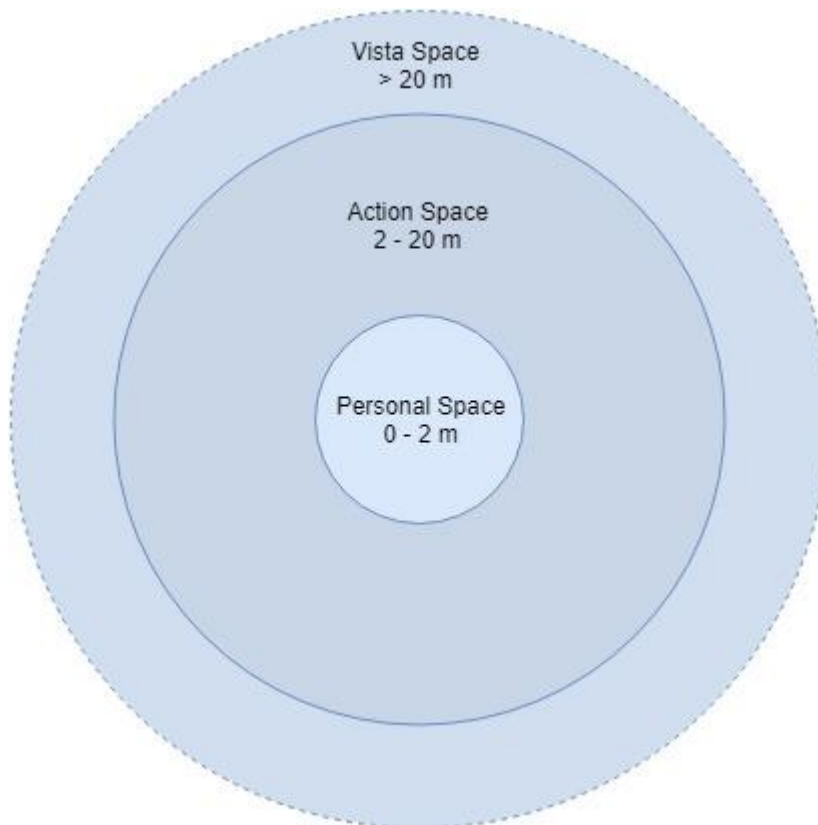
3D rendering of "no-no zone"



3D rendering of content zone

Kuva 2. Mike Algerin 3D-mallinnukset ei-alueesta (vasemmalla) ja sisältöalueesta (oikealla) (Alger 2015a: 45).

Samaa määrittelyä tukee ja laajentaa Jason Jerald. Hän jakaa käyttäjän ympärillä olevan tilan kolmeen kehään: henkilökohtainen tila (*personal space*), toimintatila (*action space*) ja näkymätila (*vista space*). Henkilökohtainen tila on kahden metrin alue käyttäjän ympärillä. Toisin sanoen tila on hiukan käyttäjän käsien ulottuvuutta laajempi. Toimintatila alkaa kahdesta metristä ja jatkuu kahteenkymmeneen metriin asti. Toimintatila on alue, jonka sisällä käyttäjä pystyy liikkumaan melko nopeasti ja vaikuttamaan maailman kanssa suoraan esim. kommunikoimalla sen kanssa. Näkymätilaa on kaikki yli 20 metrin päässä käyttäjästä oleva tila. Käyttäjän mahdollisuudet vaikuttaa yli 20 metrin päässä olevaan maailmaan ovat melko rajatut. (Jerald 2016: 112–113.) Kuva 3 havainnollistaa Jeraldin kehäajattelua käyttäjän tilasta.



Kuva 3. Jason Jeraldin esittämä malli kolmesta interaktion kehästä sekä niiden etäisyyksistä (Jerald 2016: 112–113).

Yhdistämällä Algerin ja Jeraldin näkemykset sisällön alueista saadaan hyvä käsitys siitä, millaisia tiloja virtuaalitodellisuudessa kannattaa suunnitella ja millaisia ratkaisuja sisällön tuottamisessa, valikoissa ja käyttöliittymässä kannattaa suosia.

2.2 Immersio ja läsnäolo

Jotta voi ymmärtää, miten VR-sovellusten suunnittelua kannattaa lähestyä, on hyvä ensin tarkastella VR:n uniikkia mahdollisuutta immersion ja läsnäolon tuottajana. Tässä luvussa käsitellään immersiota ja läsnäoloa, niiden symbioosia sekä sitä, kuinka immersion tunnetta voidaan luoda.

Kimberly Voll puhuu GDC:n (Game Developers Conference) luennossaan “This is Your Brain on VR: A Look at The Psychology of Doing VR Right” (2016) aivoista ja siitä kuinka ne toimivat VR:n kanssa. Vollin mukaan aivot auttavat VR-sovelluksen suunnittelussa, koska ne pyrkivät aina luomaan yhtenäisen ja johdonmukaisen kuvan näkemästään

maailmasta. Aivot pyrkivät luomaan johdonmukaisen kuvan, vaikka johdonmukaisuutta ei olisi olemassa. Tämä tarkoittaa, että ymmärtämällä aivojen toimintaa suunnittelija voi huijata aivoja luulemaan VR-kokemusta aidommaksi kuin se onkaan. Suunnittelijan on hyvä olla tietoinen tästä, koska se vaikuttaa niin käyttäjään kuin kehittäjään. (Voll 2016.)

Kun tunnetaan aivojen taipumus tehdä maailmasta jotain järkevää, päästään läsnäoloon ja immersioon. Läsnäolo on Jason Jeraldin (Jerald 2016: 46) mukaan paikalla olemisen tunnetta, joka on ihmisen sisältä kumpuavan psykologisen tilan ja ihmisen elimistön välistä kommunikaatiota. Läsnäolo on tila, jossa henkilö on uppoutunut täysin virtuaalimaailmaan ja unohtanut toimivansa teknologian kanssa. Vollin (2016) mukaan on tärkeää antaa läsnäolon tunne, mutta täydellisyyteen ei ole pakko päästä. Läsnäolon tunne syntyy hänen mukaansa visuaalista vihjeistä, tasapainoelimistä ja -aistista sekä aisteista, jotka laajentavat ihmisen tilan tuntua. Läsnäolo on ihmisen olemisen tunnetta siinä tilassa, jonka hän aistii.

Läsnäolon tunnetta on vaikea matkia ja ylläpitää virtuaalitodellisuudessa. Alkuun kaikki virtuaalitodellisuudessa on hienoa ja jännittävää, mutta Vollin mukaan, kun ihminen tottuu virtuaalitodellisuuteen, läsnäolon tunne häviää, koska myös ihmisen keho on alitajuisesti tottunut virtuaalitodellisuuteen (Voll 2016). Jerald täydentää Vollin ajatusta toteamalla läsnäolon tunteen olevan yhteistyötä käyttäjän ja immersion välillä. Tästä syystä mitä vahvemman immersion kokemuksen virtuaalitodellisuus pystyy antamaan, sitä todennäköisemmin käyttäjä kokee läsnäolon tunnetta. (Jerald 2016: 46.)

Läsnäolon tunnetta voi vahvistaa, jos saa käyttäjän sitoutumaan virtuaalimaailmaan. Tällöin on kyse immersion luomisesta. Vollin mukaan immersion luominen on mahdollista, kun pelaaja saadaan flow-tilaan, joka jollain tapaa aiheuttaa myös vahvan tunnereaktion. Sitomalla tunnereaktio ja flow-tila jonkinlaiseen narratiiviin, eli syyhyn miksi pelaaja tuntee, miten tuntee, luodaan immersion tunnetta. Immersion tehtävä on siis sitoa käyttäjä maailmaan, jolloin tarve läsnäolon tunteelle vähenee. Käyttäjän ei tarvitse tuntea olevansa jossain, jos hän on sitoutunut ja innostunut siitä, mitä hän on tekemässä. Aivot luovat tarpeeksi aidon kuvan ympäröivästä maailmasta, jolloin käyttäjän on myös helpompi hyväksyä se. (Voll 2016.)

Jason Jerald näkee immersion teknisenä suorituksena, jossa vaikutetaan ihmisen eri aisteihin luomalla kokemus, joka vaikuttaa aisteihin tavalla, joka on laaja, yhteensopiva,

ympäröivä, elävä, interaktiivinen ja juonellinen. Tällä hän tarkoittaa, että kokemuksen täytyy

- vaikuttaa aisteihin mahdollisimman laajasti (visuaalisuus, ääni, fyysinen palaute)
- sopia yhteen käyttäjän oikean maailman ja virtuaalimaailman liikkeiden välillä (pään ja kehon liike maailmassa)
- ympäröidä käyttäjä kokonaisvaltaisesti antaen todentuntuisen 3D-äänimaailman ja mahdollisuuden toimia maailmassa 360 asteen mukaan
- antaa mahdollisimman elävä ja näyttävä kokemus graafisella laadullaan
- antaa käyttäjän interaktion kautta vaikuttaa virtuaalimaailmaan, sen aktiviteetteihin ja tulevaisuuden tapahtumiin
- luoda juonellisesti yhtenäinen kokemus, joka antaa syyn, miksi asiat tapahtuvat niin kuin tapahtuvat virtuaalimaailmassa.

Immersion tunne on täten objektiivinen teknologinen suoritus, jolla on mahdollista vaikuttaa läsnäolon tunteeseen ja sitoa käyttäjä virtuaalitodellisuuden luomaan kokemukseen. (Jerald 2016: 45–46.)

Vaikka Vollin ja Jeraldin näkemykset ehkä vaikuttavatkin hiukan eroavan toisistaan, on ero ainoastaan siinä, katsotaanko suunnitteluprosessia teknisenä vai luovana suoritukseksi. He kuitenkin puhuvat samoista asioista. Todellisuudessa suunnittelutyössä immersion ja läsnäolon tunteen luominen vaatii näiden molempien puolien ymmärtämistä. Voll ei näe, että läsnäolon tunteen luominen on tarpeellinen laadun mittari. Tärkeämpää on löytää keinot, jotka saavat henkilön jäämään VR-kokemukseen alun VAU-efektin jälkeen. Silloin pelisuunnittelun ja immersion keinojen merkitys korostuu. (Voll 2016.)

2.3 Uskottavuussopimus

Voll puhuu läsnäolon luonnin yhteydessä uskottavuussopimuksesta. Esimerkiksi virtuaalimaailman tulisi lähtökohtaisesti seurata ihmisen olettamusta siitä, miten maailma ja fysiikan lait toimivat. Jos tätä olettamusta rikotaan, se tulee selittää ja esittää käyttäjälle niin, että epäselvyyksiä ei jää. (Voll 2016.)

Kuten luvun 2.2 alussa todettiin, aivot pyrkivät luomaan johdonmukaisuutta siihen, mitä ne kokevat. Uskottavuussopimus raukeaa ja VR-kokemus rikkoutuu, jos esimerkiksi pelimaailman yksi laatikko on avattavissa, mutta toinen ei. Aivot ovat hyvin herkäät huomamaan tällaisia epäkohtia ja epäjohdonmukaisuuksia. Tästä syystä on tärkeää seurata

ihmisten reaktioita virtuaalimaailmassa, tutkia, mitä he tekevät virtuaalimaailmassa ja ottaa huomioon, mitä he oikeasti haluaisivat tehdä. Hyvänä esimerkkinä Voll antaa pelin, jossa pelaajan tehtävä on ampua zombeja, mutta monelle suurin ärsytys pelissä syntyi siitä, että he eivät voineet kääntää grillissä paistuvia burgeripihvejä. Vollin mukaan uskottavuussopimuksen rikkominen on yleensä syy siihen, miksi koko VR-kokemus hajoaa. Kehittäjä ei välttämättä osaa edes olettaa kaikkia näitä asioita valmiiksi, joten on hyvin tärkeää, että kehittäjä seuraa käyttäjiä tarkasti ja testaa sovellustaan usein. Uskottavuussopimusta käsitellään lisää luvussa 3.2, kun tarkastellaan interaktiosuunnittelun yhteydessä VR-maailman käyttömahdollisuuksia. (Voll 2016.)

2.4 Läsnaolon illuusio

Jerald antaa uskottavuussopimukselle hyvän näkökulman läsnäolon illuusiosta. Hänen mukaansa läsnäolo on vain illuusiota läsnäolosta, koska se on vain valon ja äänen energiaa, joka on tuotettu jonakin aivan toisena aikana, aivan toisessa paikassa. Läsnaolon illuusion voi hänen mukaansa jakaa neljään ydinosaan:

- pysyvässä avaruudellisessa tilassa olemisen illuusio
- oman ruumiillistuman illuusio
- fyysisen interaktion illuusio
- sosiaalisen kommunikoinnin illuusio.

Pysyvässä avaruudellisessa tilassa olemisen illuusio on Jeraldin mukaan tärkein osa läsnäolon tunteen illuusiota. Illuusio syntyy, kun ihmisen aistien tuottaman kokemuksen laatu on yhtenäinen kaikkien aistien välillä ja luo tunteen siitä kuin kaikki toimisi niin kuin oikeassa maailmassa. Syvyysvaikutelmalla on hyvin tärkeä rooli pysyvän avaruudellisen tilan illuusiossa. Mitä säännönmukaisemmin objektien etäisyydet ja korkeuserot pitävät paikkansa virtuaalimaailmassa, sitä uskottavammalta maailma näyttää. Illuusio rikkoutuu hyvin herkästi teknisten ongelmien, kuten liikkeen viiveen tai näytönpäivityksen hidastumisen takia. (Jerald 2016: 47.)

Oman ruumiillistuman illuusiossa on kyse käyttäjän kokemuksesta, että hänen kehonsa on virtuaalimaailman sisällä. Kun käyttäjälle annetaan keho, joka reagoi hänen oikean maailman liikkeisiinsä samalla tavalla virtuaalimaailmassa, vahvistuu läsnäolon tunne huomattavasti. Ruumiillistuman illuusiota on mahdollista lisätä fyysisellä palautteella, ku-

ten ohjaimen haptisella palautteella, silloin kun virtuaalimaailman objekti näyttää visuaalisesti koskevan esimerkiksi käyttäjän kättä. Ruumiillistumisella ei tarvitse olla mitään tekemistä henkilön oikean ruumiin tai edes sukupuolen kanssa. Ihmisen mieli automaattisesti assosioi käyttäjän kehon samanlaiseksi kuin ympäröivän maailman visuaalinen ilme on, jolloin jopa sarjakuvahahmolta näyttäminen on mahdollista. Visuaalisella ilmeellä ei siis ole niinkään väliä. Sen sijaan, jos käyttäjän virtuaalikehon liikkeet eivät vastaa fyysistä liikettä, voi läsnäolon tunne rikkoutua herkästi. (Jerald 2016: 47–48.)

Fyysisen interaktion illuusio syntyy, kun virtuaalimaailmassa oleva objekti antaa jonkinlaisen palautteen käyttäjän kosketuksesta. Palaute voi olla visuaalinen, kuten kohteen korostuminen, äänipalaute, kuten kolahdus, tai fyysinen palaute, kuten ohjaimen värinä. Fyysinen palaute on keinoista tehokkain läsnäolon luomiseksi, mutta myös hankalin toteuttaa. Palautteen puuttuminen kokonaan voi rikkoa illuusion, ja siksi jonkinlainen palaute on suositeltavaa. (Jerald 2016: 49.)

Sosiaalisen kommunikaation illuusiossa käyttäjä kokee aidosti kommunikoivansa toisen, joko tietokoneen tai käyttäjän kontrolloiman, henkilön kanssa virtuaalimaailmassa. Sosiaalisen kommunikaation todentuntuisuus ei vaadi, että maailma muuten tuntuisi aidolta. Sosiaalinen kommunikaatio luo läsnäolon illuusiota sitä tehokkaammin, mitä paremmin sovellus pystyy kopioimaan aitoa käyttäytymistä (ihmisen, eläimen tai objektin). (Jerald 2016: 49.)

Illuusion luominen tehdään immersion keinoin, ja tässä Vollin ja Jeraldin ajatusmaailmat kohtaavat. Rob Jagnow painottaa Vollin ja Jeraldin lisäksi äänimaailman olevan tärkein osa-alue immersion luonnille virtuaalitodellisuudessa. Äänten tulisi ottaa huomioon avaruudellinen ääni, niin että äänen suunta tulee mahdollisimman todentuntuisesti korvaan. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi jos ääni on oikealla, äänen tulisi tulla vasempaan korvaan myöhemmin kuin oikeaan ja ottaa huomioon ympäristö, kuten esimerkiksi kaiku isossa tilassa. (Jagnow 2017.)

Illuusion rikkoutuminen tarkoittaa useasti koko VR-kokemuksen rikkoutumista. Vollin uskottavuussopimus on tässä suhteessa hyvin lähellä Jeraldin illuusion merkitystä läsnäolon kokemisessa. Kysymys on suhteesta käyttäjän, virtuaalimaailman ja sen objektien välillä. Voll painottaa, että kehittäjän on hyvä ottaa huomioon, kuinka paljon resursseja vaativaan uskottavuussopimukseen on mahdollista sitoutua. Ihmisen aivot huomaavat

poikkeavuudet nopeasti, ja nämä poikkeavuudet ovat yleensä se, millä koko läsnäolon tunne kadotetaan. (Voll 2016.)

2.5 Realismi

Immersioista ja läsnäolosta puhuttaessa on hyvä puhua lyhyesti realismista ja sen suhteen tehtävistä valinnoista. Virtuaalitodellisuus tarjoaa alustan, jossa on mahdollista luoda ja jopa ylittää oikeaa maailmaa vastaava kokemus. Realismin tavoittelu on kuitenkin valinta, joka ei välttämättä ole virtuaalitodellisuudessa tarpeellinen.

Kuten aiemmin todettiin, ei realismi ole vaatimus läsnäolon tunteen syntymiselle. Sillä on positiivisia vaikutuksia läsnäololle ja immersion syntymiselle, mutta kuten oman ruumiillistuman illuusiosta puhuttaessa todettiin, pystyy ihmisen mieli mukautumaan ympäröivään maailmaan ja hyväksymään sen todellisuutena oli visuaalinen ilme millainen tahansa. Jokaisessa projektissa tulisi aina miettiä, mitkä ovat projektin tavoitteet ja visio, ja tehdä päätös realismin tarkkuudesta sen mukaan. Jerald esittelee realismin tarkkuuden pohtimista varten kolme tarkkuusasteikkoa (*fidelity continua*), jotka auttavat luomaan vahvan läsnäolon tunnetta: esityksellinen tarkkuus (*representational fidelity*), interaktion tarkkuus (*interaction fidelity*) ja kokemuksellinen tarkkuus (*experimental fidelity*). (Jerald 2016: 49–52.)

Esityksellinen tarkkuus (*representational fidelity*) määrittelee sitä, kuinka uskottavasti virtuaalimaailma simuloi paikkaa, joka joko on tai voisi olla maapallolla. Asteikon tarkin versio voisi olla täysin realistinen ja aidoista äänistä koostuva tallenne maapallosta, kun taas epätarkin versio voisi olla täysin abstrakteja muotoja ja ääniä kuvaava tila, joka pyrkii mahdollisesti vain luomaan erilaisia tunnetiloja. (Jerald 2016: 51.)

Interaktion tarkkuuden asteikko määrittelee, kuinka hyvin fyysiset oikean maailman toiminnot siirtyvät virtuaalimaailmaan. Asteikon tarkin pää vaatii aidon fyysisen suorituksen toiminnon toteuttamiseksi, kun taas epätarkin vaatii ainoastaan napin painalluksen ohjaimesta. Välimuotoina ovat kaikki toiminnot, joita ihminen ei voisi toteuttaa oikeassa maailmassa, kuten asioiden nostelu ja ohjaaminen esimerkiksi taikasauvalla. (Jerald 2016:51.)

Kokemuksellinen tarkkuus määräytyy sen mukaan, kuinka henkilön oma kokemus vastaa virtuaalitodellisuuden luojan tarkoittamaa kokemusta. Korkean tason tarkkuus tarkoittaa, että kokemus vastaa mahdollisimman tarkkaan kokemuksen luojan visiota, kun taas epätarkka malli on kuin hiekkalaatikko, jossa jokainen käyttäjä luo itse oman kokemuksensa. (Jerald 2016: 51.)

Tarkkuusasteikkoja käyttäessä ei pidä ajatella, että korkea tarkkuus olisi yhtä kuin parempi. Se, missä kohdassa tarkkuusasteikkoa ollaan, määräytyy täysin projektin tarpeiden ja tavoitteiden mukaisesti. Tarkkuusasteikot on parempi nähdä suuntaa antavina työkaluina virtuaalitodellisuuden toiminnallisuuksien ja tarpeiden suunnittelussa.

2.6 Outo laakso

Realismin tavoittelulla on yksi kääntöpuoli vaadittavan työmäärän lisäksi: outo laakso -efekti (*uncanny valley*). Se syntyy, jos realismia ei ole toteutettu tarpeeksi hyvin. Outo laakso -efektissä on kyse ihmisen empatian kyvystä ja uskottavuuden tunteesta objektia kohtaan, joka muistuttaa ihmistä. Tunne kasvaa mitä lähemmäs tullaan aitoa ihmistä, mutta vain tiettyyn pisteeseen asti. Mitä lähemmäs realistista ihmishahmoa päästään realismia silti tavoittamatta, sitä vahvemmin ihmisen reaktio muuttuu empatiasta inhoon ja kammoksuntaan. Tästä syystä yksinkertaisempien ja sarjakuvamaisten hahmojen luonti on huomattavasti toimivampi ratkaisu. Inhon ja epämukavuuden tunteet vähenevät ja useasti myös sarjakuvamaisten hahmon tekeminen uskottavaksi on helpompaa kuin realismiin pyrkiminen. (Jerald 2016: 50.)

Luennossaan "Interaction Design in VR: Valve's Lessons" Yasser Malaika esittelee VR:ssä outo laakso -efektistä perinteisestä ajattelusta eriävän mallin interaktion suhteen. VR:ssä on mahdollista saada aikaan samanlaista inhoa ja vastahakoisuutta toiminnallisuksia kohtaan silloin, kun ne alkavat vastata jo melko tarkasti oikeaa maailmaa, mutta eivät aivan vastaa sitä, mihin ihminen on tottunut. Esimerkiksi jos kävely toimii melkein kuin aidosti, mutta jalkojen liike näyttää jollain tapaa väärältä, on outo laakso -efekti mahdollinen. Tästä syystä abstraktimmat tavat liikkua ovat yleensä parempia, koska ihmisellä ei ole minkäänlaista oikean elämän kokemusta siitä, miltä teleportaatio tuntuu. (Malaika 2015.)

Outo laakso -efekti voi vaikuttaa pelaajaan itseensä, jos avatar, jossa pelaaja liikkuu, on liian realistinen. Varsinkin kädet, jotka pelaaja näkee, voivat vaikuttaa pelaajaan negatiivisesti, sillä nykyiset ohjaimet eivät pysty simuloimaan käden liikkeitä tarpeeksi realistisesti. Tällöin käsien korvaaminen esimerkiksi sarjakuvamaisilla käsillä, kuten Alchemy Labsin ”Job Simulator” -pelissä, on toimiva ratkaisu, koska käyttäjä ei välttämättä myöskään oleta piirrettyjen käsien toimivan aivan samalla tavalla kuin oikeassa maailmassa. (Malaika 2015.)

3 Virtuaalitodellisuuden suunnittelu

VR-sovellusten suunnittelu on monimutkainen prosessi, jossa tulee ottaa huomioon perinteisen suunnittelun lisäksi aivan uudenlainen tapa olla ja toimia ympäröivän virtuaali maailman kanssa. VR-suunnittelussa erityistä huomiota tulee kiinnittää interaktio- ja käyttöliittymäsuunnitteluun. Ennen näihin aiheisiin paneutumista käydään läpi yleisiä periaatteita, jotka kannattaa ottaa huomioon VR-sovelluksen suunnittelun yhteydessä.

Josh Naylor painottaa, että virtuaalikokemukset kannattaa tehdä mahdollisimman yksinkertaisiksi. Pelin ulkonäkö ja tahti ovat käyttäjälle tärkeitä. VR on usealle käyttäjälle edelleen uutta ja ihmeellistä, jolloin käyttäjälle on hyvä antaa mahdollisuus edetä VR-maailmassa omaan tahtiin. Luomalla visuaalisesti näyttävä maailma, joka ottaa jollain tapaa mallia oikeasta maailmasta, saadaan käyttäjä sitoutumaan maailmaa paremmin, ja mikä alentaa oppimiskynnystä. Hän myös muistuttaa, että pelaaja oppii paremmin kokeilemalla itse kuin pakottamalla. Ihmisen on helpompi oppia, kun hän pystyy vertaamaan virtuaali maailman toimintaa vastaaviin oikean maailman toimintoihin. (Naylor 2016.)

VR-kokemuksissa kannattaa tutustua jo tehtyihin VR-ratkaisuihin ja etsiä niistä toimivimmat ratkaisut. Yksi VR:n isoimmista haasteista on kuitenkin kokemusten vähäisyys ja ihmisten kokemattomuus ratkaisuista. Seuraamalla muiden kehittäjien esimerkkejä ja laitevalmistajien standardeja syntyy säännönmukaisuutta, jota ihmisten on helpompi seurata. Säännönmukaisuus alentaa oppimiskynnystä ja helpottaa sovelluksen käyttöä. Luennessa ”Designing to Minimize Simulation Sickness in VR Games” (2015) Ben Lewis-Evans puhuu VR-pahoinvoinnista siitä, kuinka sitä pystyy välttämään. Lewis-Evans painottaa, että lisäämällä samanlaisia kokemuksia toiminnallisuuksista ja laajentamalla jo olemassa olevien standardien päälle ihmisten ajatusmallit VR-maailmoista yhdenmu-

kaistuvat. Yhdenmukaistumisen myötä myös VR-pahoinvoinnin oireet vähenevät. Teknologiatasolla Noah Falsteinin mukaan tärkeintä on päästä ruudunpäivitysnopeudessa säännönmukaisesti vähintään 90 ruutuun sekunnissa ja pitää laitteiston viive alle 20 millisekunnissa. (Falstein 2017; Lewis-Evans, 2015.)

Ratkaistavana on myös VR-maailmassa liikkuminen. VR-sovellusta suunniteltaessa tulisi miettiä, onko liike tarpeellinen kokemukselle, ja jos on, miten se toteutetaan. Liikkumisen pystyy toteuttamaan tällä hetkellä usealla eri tavalla, eikä lopullista ratkaisua ole vielä löydetty. Yleisimmät tämän hetken ratkaisut liikkumiseen VR:ssä ovat teleportaatio ja käsien liikkeen hyödyntäminen. Teleportaatiosta on useita vaihtoehtoja, mutta yleisesti se toimii osoittamalla ohjaimella sijaintia, johon käyttäjä haluaa siirtyä ja pelaaja siirtyy välittömästi osoitettuun sijaintiin. Käsien hyödyntäminen mahdollistaa luovempien ratkaisujen tekemisen kuten kädellä ryömimisen ja eteenpäin vetämisen tai jopa sivuille heiluttamisen kuten juostessa. Perinteistä peliohjaimen ohjaussauvaa voidaan myös käyttää, mutta sen käyttö aiheuttaa eniten VR-pahoinvointia, eikä sitä suositella missään ratkaisuksi.

Ihmisten opitut ajatusmallit liikkumisesta ovat Lewis-Evansin mukaan syynä siihen, miksi tietyt liikkumisratkaisut toimivat ja toiset eivät. Liikkeen tulisi joko vastata aitoa kokemusta mahdollisimman tarkasti tai olla kokemus, josta ihmisellä ei ole mitään aiempaa oikean maailman kokemusta. Hyvänä esimerkkinä hän antaa sivuttaisliikkeen, joka on monen tietokonepelin yleinen liikkumismuoto. Ihminen ei oikeassa maailmassa liiku sivuttain kovinkaan luonnollisesti ja liukuvan sivuttaisliikkeen toteuttaminen VR:ssä voi aiheuttaa todella voimakkaita pahanolon tunteita. Samasta syystä taas teleportaation käyttö liikkumiskeinona ei aiheuta pahoinvointia, koska käyttäjällä ei ole minkäänlaista vertauskohtaa kokemukselle oikeassa maailmassa. Erilaiset liike-efektit, kuten kameran heiluttaminen askelten mukaan, on hyvin perinteinen tapa lisätä immersioita videopeleissä, mutta VR:ssä tällainen kontrollin pois ottaminen käyttäjältä ei ole suotavaa. Ylipäätään pään heiluttamista tai aaltomaista liikettä tulisi välttää. (Lewis-Evans 2015.)

Liikettä simuloitaessa varsinkin pelinkehittäjien on hyvä oppia pois vanhoista tavoista, joilla liikettä on kuvattu. Rob Jagnow'n mukaan näytön läpi katsottavassa liikkeessä vauhdin tunteen saa parhaiten toteutettua kasvattamalla liikettä tasaisesti kiihdyttämällä ja tasaisesti hidastamalla. VR:ssä kiihdyttämistä tulisi välttää täysin, sillä ihmisen sisäkorvan elimet eivät saa samaa ärsykettä liikkeestä kuin silmät, mistä seuraa usein epä mukavuutta. Parempi ratkaisu on kiihdyttää pelaaja todella nopeasti tasaiseen vauhtiin

ja pysähtyessä pysähtyä kuin seinään. Tämä voi tuntua aluksi hiukan oudolta ajatustasolla, mutta toimii todella hyvin VR:ssä. Noah Falstein korostaakin, että vaikka liike tuntuu järjenvastaiselta, ei ihmisellä ole vastaavasta tunteesta mitään kokemusta, jolloin aistiritiriitaa ei myöskään synny. (Jagnow 2017; Falstein 2017.) Eri liikevaihtoehtojen toiminnan syitä käydään tarkemmin läpi VR-pahoinvoinnin yhteydessä luvussa 3.8.

VR-kokemusta suunniteltaessa on hyvä suunnitella käyttökerrat lyhyiksi. VR:n aiheuttama pahoinvointi ja fyysinen rasitus ovat ongelmia, joita esiintyy varsinkin kokemattomilla käyttäjillä. Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon käytön rasitteet ja mahdollistaa käyttökokemuksen tallentaminen tarpeeksi lyhyin väliajoin. Jos VR-kokemus katkeaa pahoinvoinnin ja rasituksen takia, ei käyttäjä usein halua enää palata kokemukseen uudestaan päästäkseen eteenpäin, jos ainut tapa on aloittaa alusta. Käyttäjä ei tällöin pääse koskaan eteenpäin, ja pahoinvoinnin ja rasituksen lisäksi mukaan tulee turhautuminen. Mahdollisuus poistua kokemuksesta pitää myös tehdä mahdollisimman helpoksi kaikissa tilanteissa. Fyysisen rasituksen lisäksi VR-sovellus voi vahvojen tunnereaktioiden ja jännityksen takia olla henkisesti hyvin rasittava, jolloin maailmasta ”pakeneminen” tulee muistaa toteuttaa niin, että käyttäjän ei tarvitse ahdistua liikaa tahtoessaan poistua maailmasta. (Lewis-Evans 2015.)

Henkisestä rasituksesta päästään tunteiden rooliin VR-sovelluksissa. Noah Falsteinin mukaan varsinkin peleissä on totuttu vaikuttamaan ihmisen alkukantaisiin tunnereaktioihin. Toiminnan ja kauhun aiheuttamat jännityksen ja pelon tunteet ovat alkukantaisia tunteita, jolloin tunnereaktiot ovat myös vahvoja. Jännityksen ja pelon aiheuttaman taistelee tai pakene -tunnetilan hyödyntäminen on helppo toteuttaa peleissä toiminnalla, mutta VR tekee reaktiosta astetta haastavamman toteuttaa. Tunnetila on edelleen helppo saada aikaiseksi, mutta VR:n tarjoaman immersion ja läsnäolon tunteen takia reaktio voi helposti yliampua toivotusta reaktiosta. (Falstein 2017.)

Falstein ehdottaakin vähemmän käsiteltyjen aiheiden, kuten kiihottumisen ja intimitetin, hyödyntämistä VR-sovelluksia kehitettäessä. Läheisyyden ja kiihottumisen tunteen toteuttaminen on haastavampaa, mutta mediana VR on ensimmäinen alusta, joka pystyy hyödyntämään ihmisen empatiakykyä hyvin aidolla tavalla. Elokuvat ovat osanneet luoda empatiaa jo pitkään, esimerkiksi tuomalla näyttelijöiden kasvot lähikuvaan. VR:ssä päästään astetta pidemmälle, kun henkilö pystytään tuomaan todentuntuisesti ihmisen henkilökohtaiseen tilaan. Empatian tunne vahvistuu varsinkin silloin, kun virtuaalimaailman hahmo pystyy seuraamaan käyttäjää ja katsomaan tätä silmiin. (Falstein 2017.)

3.1 Interaktiosuunnittelu

Interaktiosuunnittelulla tarkoitetaan tapoja, joilla käyttäjä kommunikoi laitteiden ja ohjelmistojen kanssa. Virtuaalitodellisuuden interaktiosuunnittelu on kaiken suunnittelun lähtökohta, sillä se määrää useasti sen, millaista sisältöä VR-sovellukseen tulee tuottaa ja millaisten sääntöjen kautta se toimii. Interaktiovaihtoehtoja on virtuaalitodellisuudessa useita, mutta harvat niistä toimivat samalla tavalla kuin yhdelläkään muulla laitteella.

Jason Jeraldin mukaan interaktiosuunnittelu VR:ssä on ihmiskeskeistä. Suunnittelijan tulisi tähdätä tilanteeseen, jossa käyttökokemus ja interaktio VR-maailman kanssa on intuitiivista mahdollisimman miellyttävällä tavalla ja ilman turhautumista. Laadukkaasti toteutettu interaktio lisää käyttäjän ymmärrystä siitä, miten VR-maailma toimii, mitä siellä voi tehdä ja miten asioita voi tehdä virtuaalimaailmassa. (Jerald 2016: 277.)

Agatha Yu puhuu luennessaan ”Designing the Language of VR Experiences” (2017) kielen merkityksestä VR-kokemuksen syntymiselle. Luomalla VR-maailmalle kieli, mahdollistetaan intuitiivinen ja helposti ymmärrettävä interaktio VR-sovelluksen kanssa. VR-maailman kieli on Yu’n mukaan universumi, jonka voi kokea ja jonka kanssa voi kommunikoida tiettyjen sääntöjen mukaan. Nämä säännöt määräytyvät sen mukaan, mitä VR-maailma tekee ja miten se toimii. (Yu 2017.)

Määrittelemällä säännöt määritellään, mitä maailmassa voi tehdä. Tämän jälkeen suunnittelijan tehtävä on luoda rikkain mahdollinen kommunikointitapa pienimmällä mahdollisella vaivalla. Toisin sanoen tulee luoda toimintoja ja niiden yhdistelmiä sekä niiden pohjalta niin sanottu kieli, jota pystytään hyödyntämään mahdollisimman monella tavalla. Kommunikointitavan pitäisi olla niin yksinkertainen, että sen avulla voi auttaa käyttäjää ymmärtämään VR-maailman sääntöjä samalla, kun se opettaa itsestään uusia käyttötapoja. Mitä säännönmukaisempi kommunikaatiokieli on, sitä helpompi se on oppia. Kielen opittavuutta helpottaa myös, jos koko VR-sovelluksen kehitystiimi ymmärtää kommunikaatiokielen. Kun koko tiimi ymmärtää kielen merkityksen ja toiminnallisuuden, sitä on mahdollista hyödyntää kokonaisvaltaisemmin. Yun esittämää VR:n kieltä voidaankin täten pitää pohjana Jeraldin esittämälle tarpeelle luoda laadukkaasti toteutettuja interaktioita. (Yu 2017.)

Colin Northway tukee luennessaan ”Fantastic Contraption and why VR Menus Suck” ajatusta kommunikaatiokielen rakentamisesta interaktiolle. Käyttämällä yksinkertaisia

toiminnallisuuksia, kuten esimerkiksi asioiden nostamista ja siirtämistä, voidaan luoda useita erilaisia toimintoja. Esimerkiksi esineiden poisto ja tallentaminen voi tapahtua maailmassa samalla toiminnolla: nosta esine ilmaan ja siirrä se ennalta määritettyyn paikkaan, joko roskiin tai laatikkoon, toiminnon suorittamiseksi. (Northway 2016.)

Kommunikaatio ja interaktio tarkoittavat virtuaalitodellisuuden näkökulmasta samaa asiaa. Kuten jo aiemmin mainittiin, hyvä interaktio on intuitiivista. Jeraldin mukaan intuitio syntyy ihmisen mielen sisällä yksinkertaisten ajatusmallien kautta. Suunnittelijan tehtävä on auttaa näiden ajatusmallien muodostumista. Ajatusmallit ovat pelkistettyjä kuvauksia siitä, miten maailma toimii. Suunnittelija pyrkii vaikuttamaan näiden ajatusmallien syntyyn yksinkertaisuudella. VR-maailman käyttöliittymän ja interaktion tulisi olla nopeasti ymmärrettävissä, tarkasti ennustettavissa ja helposti käytettävissä. (Jerald 2016: 277.)

Jotta suunnittelija voi lähteä miettimään, millaisen kommunikointitavan hän haluaa luoda käyttäjän ja sovelluksen välille, hänen on hyvä ymmärtää, mitä interaktio mahdollisuuksia hänellä on käytettävissä.

Yasser Malaika (2015) esittelee luenrossaan luokittelun virtuaalitodellisuuden erilaisista interaktioista. Luokittelu toimii hyvänä työkaluna VR-sovelluksen toiminnallisuuksien suunnittelussa. Luokittelu koostuu viidestä erilaisesta interaktiosta:

- kuuden suunnan vapaa manipulointi
- osoittaminen
- käsikontrollit
- ympäristön hyödyntäminen
- alitajuiset kontrollit.

Interaktiot ovat suoraan verrannollisia konkreettisiin toimintoihin. Kuuden suunnan vapaus tarkoittaa pelaajan jokaisen ilmansuunnan hyödyntämistä kosketuksella ja katseella: eteen, taakse, vasen, oikea, ylös ja alas. Kuuden suunnan vapauden hyödyntäminen toimii parhaiten pelaajan käden ulottuvilla olevilla ratkaisuilla. Osoittaminen, kuten laserosoitin toimii parhaiten niin käden ulottuville kuin kauemmas, ja sen voi nähdä jatkeena pelaajan omille raajoille. Käsikontrollit hyödyntävät VR-laitteen ohjaimen nappuloita peliohjaimen tai kaukosäätimen tavoin. Käsikontrollit toimivat yleensä yhdessä muiden kontrollien kanssa, mutta harvemmin yksin. Ympäristön hyödyntämisellä Malaika tarkoittaa äänikomentojen hyödyntämistä, mutta niiden käyttö on toistaiseksi vielä rajoitettua teknologian rajoitteiden ja vaadittavan työmäärän takia. Alitajuisilla kontrolleilla

tarkoitetaan virtuaalimaailman antaman datan hyödyntämistä käyttäjän ohjaamisessa. Hyödynnettävä data voi olla käyttäjän katseen seuraamista vihjeiden antamiseksi tai käyttäjän vauhdin seuraamista. (Malaika 2015.)

John Howard painottaa luennossaan "UX/UI Design for VR & Mixed Reality" VR-maailman haasteiden syntyvän tilasta, joka pelaajalla on käytettävänä. Perinteiset peleissä käytetyt pelaajan näytön reunoille tuodut elementit eivät toimi vielä osittain siksi, että ne tulevat liian lähellä käyttäjän silmiä, ja koska teknologia ei vielä mahdollista katseen seuraamista. Minority Report -elokuvassa nähdyt käsin kontrolloidut ilmassa leijuvat näytöt muuttuvat nopeasti fyysisesti hyvin rasittaviksi. Lisäksi peleissä usein esitetyt pelaajan eteen ilmestyvät valikot törmäävät virtuaalitodellisuudessa fyysisiin objekteihin. (Howard 2016.)

Howardin luoma spatiaalisen käyttäjäkokemuksen ja käyttöliittymän työkalulaatikko laajentaa Malaikan esittämää luokittelua esittelemällä työkalut, joita käyttökokemuksen ja käyttöliittymän suunnittelussa voi hyödyntää:

- käyttäjän katse
- katseosoitin
- tilaäänet
- kosketusääni
- sisältöriippuvainen toiminta ja kontrolli.

Howard erottelee katseen kahteen eri työkaluun: käyttäjän katseeseen ja katseosoittimeen. Käyttäjän katseen hyödyntäminen on tehokasta, koska sen avulla voi luoda interaktiota, joka ei vaadi käyttäjältä minkäänlaista interaktiota. Tämä pätee hyvin Malaikan antamaan esimerkkiin alitajuisesta interaktiosta. Katseen hyödyntämisessä tulee kuitenkin varoa asettamasta käyttäjän ympärille liikaa tapahtumia, jotka avautuvat heti pelaajan katsottua niihin. Kokemus muuttuu nopeasti epämiellyttäväksi, jos käyttäjän näkökenttään ilmestyy koko ajan jotain uutta, ilman suoraa interaktiota käyttäjältä. Katseosoitin toimii niin kuin hiiren osoitin ja toimii osoittimena käyttäjälle. Howard on erotellut osoittimen katseesta, koska katse voi olla hyvinkin passiivista osallistumista virtuaalimaailmaan, kun taas osoitin tekee käyttäjästä osallistuvamman, koska käyttäjä määrittelee itse, mihin hän katsoo. (Howard 2016.)

Tilaäänet toimivat ohjaavina elementteinä auttamalla käyttäjää hahmottamaan objekteja, jotka ovat pelaajan näköpiirin ulkopuolella ja tuomalla nämä objektit todentuntuisemmiksi

maailmassa. Kun ihminen näkee ja kuulee jonkin objektin, hänalkaa alitajuisesti ajatella, että se on aito. Tämä toimii hyvin moninpeleissä. Antamalla hyvin abstraktillekin ihmis-
muodolle toisen pelaajan äänen ja tuottamalla äänen avattarista on mahdollista saada
käyttäjät ymmärtämään ja uskomaan, että muoto on toinen pelaaja. (Howard 2016.)

Kosketusäänellä tarkoitetaan kohteen luomista aidoksi antamalla objektille äänimaailma,
jonka kautta voi kertoa esimerkiksi, mistä materiaalista objekti on valmistettu ja kuinka
paljon se painaa. Kun voi kuulla, miltä objekti kuulostaa vierieessään pöydällä tai kosket-
taessaan toista objektia, syntyy aidon materiaalin illuusio, joka auttaa tekemään virtuaa-
limaailmasta astetta aidomman. Kosketusäänillä voidaan myös korostaa toiminnalli-
suutta. (Howard 2016.)

Sisältöriippuvainen toiminta ja kontrolli tarkoittavat, miten esimerkiksi informaatiota tie-
tystä esineestä virtuaalimaailmassa esitetään ilman, että se sotkeutuu ympäröivään gra-
fiikkaan. Tavallisesti kaikki tällainen informaatio on ollut laatikko, joka heijastetaan näy-
tön päällimmäiseksi, mutta perinteinen tapa ei toimi virtuaalitodellisuudessa samalla ta-
valla. Virtuaalitodellisuudessa laatikko on osa virtuaalimaailmaa ja se saattaa mennä
muiden 3D-esineiden päälle niin, että se rikkoo koko VR-kokemuksen tai tekee informaa-
tiosta käyttökelvotonta. (Howard 2016.)

GDC-luennossa ”Understanding the body’s role in VR” Robin Hunicke käsittelee kehon
roolia virtuaalitodellisuuden ja laajennetun todellisuuden sovelluksissa. Hän kokee kä-
sien olevan yksi keskeisiä syitä, miksi henkilö kokee olevansa virtuaalimaailmassa ai-
dosti sisällä. Immersio vahvistuu, kun kädet kuvaavat oikeaa käsien liikettä edes jollain
tapaa ja muistuttavat käyttäjää käsistä. (Hunicke 2016.)

Hunicke tekee hyvän huomion käsien asennosta nykyisissä ohjaimissa, joita virtuaalito-
dellisuudessa käytetään. Kädet puristavat ohjainta ja puristaminen on voima-asento,
joka antaa mielikuvan käden nyrkkiin laittamisesta tai esimerkiksi aseiden pitämisestä.
Voima-asento saattaa ohjata sovelluksen interaktiota hyvin alkeellisella tavalla. Jos esi-
merkiksi käsi on nyrkissä koko ajan, on ihmisen ensimmäinen reaktio useasti huitoa ja
lyödä virtuaalimaailman objekteja. Tällainen assosiaatio voimaan ja väkivaltaan ei vält-
tämättä ole toivottavaa kaikissa VR-sovelluksissa. Hyvänä vastakohtana ovat tarkkuutta
vaativat tehtävät, kuten maalaaminen. Ihmisen tarkkuutta ja luovuutta vaativa ote on pal-

jon hienovaraisempi. Ote on rennompia ja siinä käytetään useasti vain sormia. Suunnittelijan on hyvä ottaa huomioon, millaiseen käyttötarkoitukseen VR-sovellusta ollaan kehitämässä. (Hunicke 2016.)

Hunicke huomioi luennossaan tunteet ja leikin yhtenä tärkeimpänä osana mitä tahansa pelikokemusta. VR mahdollistaa hänen mukaansa pelisuunnittelun lähestymisen eleiden kautta. Suunnittelijan on hyvä paneutua siihen, millaisia liikkeitä käyttäjät tekevät VR:ssä ja miten näillä liikkeillä pystytään luomaan erilaisia tunnetiloja. Esimerkkinä hän mainitsee tunteen, joka ihmiselle syntyy, kun hän kurottaa ylöspäin ja nappaa jotain ilmasta. Tämä hyvin lapsellinen toiminto aiheuttaa käyttäjissä useasti mielihyvää. Tunteita herättävien liikkeiden käyttäminen VR-sovelluksissa kannattaa, koska ne lisäävät läsnäolon tuntua. Tärkeää on kuitenkin muistaa, ettei esimerkiksi kurottamista tulisi käyttää liikaa, sillä liikkeen aiheuttama rasitus saattaa lopulta tuhota pelikokemuksen, kuten aiemmin luvun 3 alussa todettiin. Rasituksen vaikutuksia interaktioon käydään tarkemmin läpi luvussa 3.4. (Hunicke 2016.)

3.2 VR-maailman käyttömahdollisuudet

Interaktiosuunnittelussa puhutaan paljon käyttömahdollisuuksista ("affordance"). Jeraldin mukaan käyttömahdollisuudet määrittelevät, mitkä toiminnot ovat mahdollisia VR-maailmassa ja miten käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa maailman kanssa. Virtuaalitodellisuudessa graafisella ilmeellä on paljon väliä. Tekemällä esineistä mahdollisimman aidon tuntuisia saadaan luotua immersiota, mutta tärkeää on myös miettiä esineiden käyttömahdollisuuksia. Mitä aidommalta jokin asia näyttää, sitä todennäköisemmin ihminen myös luo odotuksia mahdolliselle interaktiolle. Virtuaalitodellisuudessa käyttömahdollisuuksia on helppo hahmottaa oikean maailman toiminnallisuuksien kautta. Jos ovesa tai laatikossa on iso kiiltävä kahva, ihminen todennäköisesti haluaa käyttää sitä, varsinkin, jos toisaalla samanlainen ovi tai laatikko on mahdollista avata. (Jerald 2016: 278.)

Malaikan mukaan käyttömahdollisuuksien luominen luo lupaustason, jota ei saa pettää. Jos pettää lupauksen toiminnallisuuksista, usein koko VR-kokemus rikkoutuu. Tärkeää on ottaa huomioon kokemuksen näkökulmasta, kuinka abstrakteja tai konkreettisia käyt-

tömahdollisuuksien tulisi olla ja millaiseen lupaustasoon kehittäjän on mahdollista sitoutua. (Malaika 2015.) Käyttömahdollisuuksien lupaustaso tukee jo aiemmin luvussa 2.3 esitettyä Kimberley Vollin näkemystä VR-maailmojen uskottavuussopimuksesta.

3.3 Tuntoaisti interaktiosuunnittelussa

Virtuaalitodellisuuden interaktiosuunnittelussa yksi tärkeä huomio on fyysisten rajoitteiden viestiminen ilman, että fyysisiä rajoitteita on oikeasti edes olemassa. Tästä hyvä esimerkki on käden pysähtyminen virtuaalimaailmassa pöytään. Pelaaja ei tunne mitään vastusta oikeassa maailmassa, jolloin VR-kokemus saattaa rikkoutua epäjohdonmukaisuuden takia. Näitä rajoitteita kannattaa varoa, mutta jos niitä halutaan lisätä, kannattaa hyödyntää ohjaimen tärinäpalautetta.

Tuntoaistin hyödyntäminen on oleellinen osa interaktiosuunnittelua, sillä kuten aikaisemmin immersioista puhuttaessa todettiin, kuulo ja kosketus ovat tärkeimpiä tekijöitä immersion luomiselle. Tuntoaistin hyödyntäminen varsinkin vihjeiden muodossa on hyvin tehokasta virtuaalitodellisuudessa. Esineiden toiminnallisuuksia ja aitoutta voidaan korostaa manipuloimalla ohjaimen antaman tärinän voimakkuutta ja nopeutta. Malaika antaa hyvänä esimerkkinä jousipyssyn käytön Valven Steam Lab -pelissä, jossa jousen taakse vetämisen tuntua simuloidaan lisäämällä tärinän voimakkuutta ja nopeutta sitä mukaa, mitä taemmas jousta vedetään. (Malaika 2015.)

Tietokoneella, kun esimerkiksi hiiren vie näytölle tekstin tai nappulan päälle, voidaan tekstiä korostaa muuttamalla tekstin väriä ja muotoa tai äänien avulla. Molemmat ovat virtuaalitodellisuudessa edelleen toimivia ratkaisuja, mutta hyödyntämällä ohjaimen tärinää voidaan vapauttaa muut aistit muihin oleellisempiin tehtäviin ja helpottaa virtuaalimaailmassa toimimista. Tärinä antaa luontevan palautteen, johon ihmisen on helppo reagoida intuitiivisesti. Tuntoaistia voidaan puhelimen värinähälytyksen tapaan myös hyödyntää huomion saamiseksi. Ohjain voi tärinästä kiinnittääkseen pelaajan huomion eri toimintoja varten. (Malaika 2015.)

3.4 Rasitus interaktiosuunnittelussa

VR:ssä interaktiossa tulee huomioida simulaation aiheuttama rasite, joka ei muissa medioissa ole niin tärkeää. Varsinkin toiminnallisuudet, jotka vaativat käyttäjältä eleitä toimiakseen, kuten vivun vääntäminen seinässä, on tärkeä suunnitella niin, että käyttötaroituksella on jokin merkityksellinen syy pelin toiminnallisuudelle. Vivun kääntäminen voi tuntua hienolta ja palkitsevalta aluksi, mutta voi olla fyysisesti rasittavaa tai epämiellyttävää, jos vipua joutuu vääntämään jatkuvasti. (Malaika 2015.)

Interaktiossa tulee olla myös varovainen metaforien käytössä, sillä jos mennään liian lähelle oikeaa maailmaa, oikean maailman rajoitteet voivat tulla vastaan. Tärkeää on ymmärtää, että virtuaalitodellisuus on aina tietokoneen luoma toinen maailma, johon käyttäjä sukeltaa. Vaivattomuus ja taianomaisuus tuovat lisäarvoa käyttäjälle. VR mahdollistaa supervoimien antamisen käyttäjälle. (Malaika 2015.)

Interaktion suunnittelussa on hyvä huomioida myös sovelluksen käytön kognitiivinen rasitus. Varsinkin kokemattomilla VR-käyttäjillä siirtyminen virtuaalimaailmaan aiheuttaa kognitiivista rasitusta, koska henkilön pitää muuttaa ajattelutapojaan siitä, kuinka kommunikoi uuden virtuaalimaailman kanssa. Samalla käyttäjän pitää usein keskittyä johonkin virtuaalimaailmassa olevaan. Jos kohteita, joihin pitäisi keskittyä, on liikaa, voi kognitiivinen rasitus lisääntyä. Rasitusta ei myöskään helpota, jos käyttäjän pitää esimerkiksi opetella virtuaalimaailman sisällä uusia monimutkaisia toimintoja. Kaiken tämän aikana käyttäjä usein myös rakentaa kuvaa virtuaalimaailmasta. Oikein suunniteltuna ja rytmittynä kokemus voi olla todella hieno, mutta jos kaikki ärsykkeet heitetään samaan aikaan käyttäjän eteen, voi koko käyttökokemus kärsiä huomattavasti vain siksi, että informaatiohäky saa käyttäjän aivot ylikuormittumaan. (Malaika 2015.)

Henkisen rasituksen kääntöpuolella on suoritusten aiheuttama fyysinen rasitus. Interaktiosta ei kannata tehdä liian toistuvaa ja tarjota useita mahdollisuuksia toimia maailman kanssa. Perinteisissä ratkaisuissa käyttäjällä on käytössä pikakomennot ja perinteinen hiirellä osoittaminen, mutta virtuaalitodellisuudessa mahdollisuudet ovat huomattavasti rajoittuneemmat. Näiden rajoitusten kanssa toimiminen tuo haasteita käyttömukavuudelle, sillä kaikille toiminnoille ei välttämättä voi antaa useampaa interaktiotapaa. Tällöin interaktion toimivuuden varmistaminen korostuu. (Malaika 2015.)

3.5 Käyttöliittymäsuunnittelu

Käyttöliittymäsuunnittelu on interaktionsuunnittelun lisäksi ehkä eniten muuttunut suunnitteluympäristö. Mitkään perinteiset valikkoratkaisut ja asetteluperiaatteet eivät päde virtuaalitodellisuudessa. Syynä tähän on syvyys, joka tuo aivan uuden ulottuvuuden suunnitteluprosessiin. Varsinkin mobiililaitteissa suosittu flat design, eli mahdollisimman minimalistiset kolmiulotteisuutta matkivat ratkaisut, kääntyy erittäin huonosti virtuaalimaailmaan, jossa syvyysvaikutelmaa ei enää tarvitse matkia.

Luennossaan ”Designing UI for VR” (2015) Dan Gilmore käy läpi käyttöliittymäsuunnittelun haasteita ja mahdollisuuksia virtuaalitodellisuudessa. Hän on perinteinen käyttöliittymäsuunnittelija, joka on myös työskennellyt muutamassa VR-projektissa, nimekkäimpänä CCP:n EVE Online Valkyrie -pelissä. Gilmoren mukaan käyttöliittymäsuunnittelijoille on houkuttelevaa lähestyä käyttöliittymäsuunnittelua vanhanaikaisesti. Hänen mukaansa kaikki ovat tottuneet siihen, että kaikki digitaalinen media tuotetaan näytölle, joka on kuin ikkuna pelimaailmaan, ja käyttöliittymä on ollut tämän ikkunan raamit. Virtuaalitodellisuuden kohdalla suunnittelijan tulee ymmärtää, että käyttöliittymä ei ole enää ikkunan raamit, vaan osa virtuaalimaailmaa. (Gilmore 2015.)

Käyttöliittymä on useasti aseteltu perinteisessä digitaalisessa mediassa näytön reunoille varsinkin peleissä, mutta VR:ssä reunat eivät ole samalla tavalla käytettävissä laiterajoitteiden takia. Gilmore tukee aikaisempaa Mike Algerin sisältöaluerajausta toteamalla, että 5 – 30 asteen sisällä kummallekin sivulle ihminen pystyy vielä erottamaan symboleita ja kirjaimia. Näön ääri rajoilla ei välittämättä huomata edes värejä. Oikeassa maailmassa tätä ongelmaa ei ole, koska silmät liikkuvat koko ajan, mutta ilman silmien seuraamista VR:ssä katse on lukittu suoraan eteenpäin. Lisäksi hän muistuttaa fyysisen rasituksen huomioon ottamisesta, ei pelkästään pään liikeratojen takia, vaan myös siksi, että nykyisten virtuaalilasien paino lisää pään kääntelyn aiheuttamaan rasitusta huomattavasti. (Gilmore 2015.)

Gilmoren mukaan VR:ssä on useasti parempi, että käyttöliittymä on osa virtuaalimaailmaa. Hän puhuukin diegeettisistä elementeistä, joilla hän tarkoittaa luentonsa kontekstissa sitä, että useasti virtuaalitodellisuudessa olevat käyttöliittymän elementit toimivat parhaiten, kun ne ovat osa virtuaalitodellisuuden maailmaa. Tämä ei tarkoita, että käyttöliittymän tulisi kuitenkaan olla realistinen edes virtuaalimaailmassa. Sen täytyy vain olla

osa virtuaalimaailmaa, jotta se sitoisi myös käyttäjän paremmin kokemukseen. Kun käyttöliittymäelementit ovat osa maailmaa, saadaan lisättyä luvussa 2.1 käsiteltyä läsnäolon tunnetta. (Gilmore, 2015.)

Riho Krollin luento "How Crytek Builds 3-Dimensional UI for VR" (2016) tukee Gilmoren näkemystä käyttöliittymän roolista virtuaalitodellisuudessa. Krollin mukaan paras ratkaisu voi useasti olla käyttämättä käyttöliittymää erillistä käyttöliittymää. Miksi esimerkiksi merkitä juomamukiin tai sen viereen, kuinka monta hörppyä siinä on jäljellä, kun määrän voi näyttää visuaalisesti alentamalla juoman pintaa lasissa joka hörpyllä. Aina tämä ei kuitenkaan toimi, koska maailmassa näkyvät muutokset voivat olla liian hienovaraisia ihmisen rajoittuneen huomiokyvyn takia. Tällöin perinteisten käyttöliittymäelementtien käyttö on suotavaa. (Kroll 2016.) Gilmoren (2015) mukaan parhaimmillaan käyttöliittymäsuunnittelu virtuaalitodellisuudessa sumentaa rajoja käyttöliittymäsuunnittelijan ja pelisuunnittelijan välillä, koska käyttöliittymä on niin oleellinen osa ympäröivää maailmaa.

Virtuaalitodellisuudessa käyttöliittymän suunnittelu tulee aloittaa aikaisessa vaiheessa. Gilmoren mukaan käyttöliittymäsuunnittelu kannattaa aloittaa tutustumalla oikean maailman taustatietoihin siitä, kuinka oikeita käyttöjärjestelmiä tehdään, jos virtuaalitodellisuusprojektilla on mitään tekemistä oikean maailman kanssa. Hän antaa esimerkkeinä Yhdysvaltain armeijan ja NASA:n tutkimustyön lentokoneiden ja avaruusalusten käytettävyydestä. Gilmore hyödynsi itse näitä tutkimuksia paljon EVE Online Valkyrie -pelissään, jossa pelaaja ohjaa avaruusalusta. (Gilmore 2015.)

Virtuaalitodellisuudessa Krollin mukaan yksi haaste on, miten ohjata pelaajan huomiota. Tämä vaatii huomion kiinnittämistä katseen suuntaamiseen, ja hänen löytämänsä keinot tukevat myös Algerin sisältöalueajattelua. Tekstit ja kuvakkeet, joita pelaajan halutaan lukevan, tulisi keskittää keskelle katsetta, kun taas katseen reuna-alueilla tapahtuvaa liikettä voidaan käyttää huomion ohjaamiseen johonkin, mikä tapahtuu käyttäjän katseen ulkopuolella. Krollin mukaan tehokkain tapa ohjata käyttäjän katsetta on hyödyntää ääntä. (Kroll 2016.)

3.6 Valikot

Yksi käyttöliittymien oleellinen osa-alue on valikot. Riho Kroll huomasi testeissään tiiminsä kanssa, että perinteiset globaalit valikot, joista pääsee siirtymään suoraan eri valikkonäkymistä toiseen, eivät toimi yhtä hyvin virtuaalitodellisuudessa. Parempi ratkaisu hänen mukaansa on siirtyä lineaarisesti edes takaisin valikosta toiseen ja keskittyä siirtymiin eri valikkoelementtien välillä. Kroll korostaa virtuaalitodellisuuden valikon olevan oma ympäristönsä, jota ei häiritse mikään muu ympäristö. Valikosta voi jopa tehdä täysin oman maailmansa. (Kroll 2016.) Esimerkiksi *Fantastic Contraptions* -pelissä pelin valikkoon siirrytään laittamalla sukelluskypärä pelaajan päähän, jolloin pelaajan ympärille avautuu erillinen valikkokenttä.

Fantastic Contraptions -pelin kehittäjä Colin Northway esittelee konkreettisen esimerkin VR-valikkojen erosta perinteisiin peleihin verrattuna. Heillä oli pelin kehittäjien kanssa väittely siitä, mikä on paras tapa valita ja luoda esineitä, joita tuodaan peliin. Colin Northway halusi toteuttaa hyvin perinteisen valikkoratkaisun, kun taas toinen suunnittelija ehdotti maailmassa olevaa kissaa, joka kantaa kaikkia luotavia esineitä mukanaan. Ratkaisu tuntui Northwayn mukaan liian vaivalloiselta, mutta heti kun ratkaisua oli testattu VR:ssä, osoittautui kissa ratkaisuna huomattavasti paremmaksi. Colin Northwayn viesti VR-kehittäjille onkin osuvasti, että unohda kaikki ratkaisut, joita olet tottunut käyttämään. Vanhat ajattelutavat voivat auttaa paljon, mutta koska virtuaalimaailma on paljon konkreettisempi ja aidompi kuin tietokoneen näytöltä katsottuna, eivät samat ratkaisutkaan yleensä enää toimi. (Northway 2016.)

Käyttöliittymän suunnittelussa pelien kohdalla oleellinen ongelma on useasti valikkojen toteutus. Northwayn mukaan yksi tehokas keino luoda valikkoja on tehdä virtuaalimaailmaan reppu, jonka voi konkreettisesti vetää selästään pois. Repun voi asettaa pelaajan päälle taakse niin, että sen saa esille vetämällä valikon selän takaa. Valikkojen pikatoiminnot, jotka ovat varsinkin edistyneille käyttäjille tärkeitä, on mahdollista luoda myös samaa menetelmää käyttäen. Vetämällä tarvittavat esineet selästä *Fantastic Contraptions* -pelissä pystyy suunnittelemaan uusia rakennelmia todella nopeasti. (Northway 2016.)

3.7 VR-suunnitteluprosessi

Siirtyessään virtuaalitodellisuuteen suunnittelijan ja pelikehittäjän tulee olla valmis muuttamaan oppimiaan työskentelytapoja. VR luo uusia haasteita, rajoitteita ja mahdollisuuksia, joihin ei perinteisissä näyttöjen kautta käytettävissä medioissa törmää. Näistä ensimmäinen syntyy jo ennen kuin sovellusta on päästy edes testaamaan. Monet VR-sovelluskehittäjät suosittelevat luennoissaan iteroimaan mahdollisimman paljon ja mahdollisimman usein. Tämä on arkipäivää kenelle tahansa pelinkehittäjälle. Kuitenkin iteroinnin tärkeyden syyt ovat hiukan erilaisia perinteiseen pelinkehitykseen verrattuna. Perinteisessä pelinkehittämissympäristössä ratkaisujen iteraatioita voi lähteä testaamaan jo ennen kuin mitään saadaan itse pelimoottoriin ja suunnitelmia pystyy viemään pitkälle, ennen kuin niitä tarvitsee implementoida itse pelimaailmaan. VR-sovellusten kanssa toimiessa samanlainen ratkaisu saattaa aiheuttaa paljon ongelmia.

Google Daydream -VR-lasien VR-sovellusprototyypeistä vastaavan tiimin jäsenet esittelevät VR suunnitteluprosessiaan luennessa ”VR Design Process- Google I/O 2016” (2016). Googlen tiimin haasteet alkoivat työkaluista ja perinteisistä suunnitteluprosesseista. Suunnittelutyö lähtee useasti piirrettyistä malleista ja suunnitelmista, joiden pohjalta itse ratkaisua lähdetään testaamaan. Ongelmaksi muodostui nopeasti hahmotte luun käytettyjen sovellusten käyttötarkoitus. Perinteiset suunnittelutyön tukena olevat sovellukset, kuten kuvankäsittelyohjelmat ja mallinnusohjelmat, on tarkoitettu näytöllä katsottaviksi. Ratkaisun toimivuutta ei yksinkertaisesti voi nähdä, ennen kuin se viedään itse virtuaalimaailmaan. Ajankäytöllisesti minkään 2D-sovelluksen käyttäminen prototyypin hahmottamiseen on turhaa. Virheitä ei ole mahdollista huomata, ennen kuin se on koettu virtuaalimaailmassa. Vaikka ratkaisun testaamiseen käyttäisi alustaa, jolla VR-kokemus rakennetaan, ei sitä siltikään näkisi kuin kaksiulotteisen näytön kautta, jolloin ongelmat esimerkiksi objektien asettelussa ja toimivuudessa eivät paljastu. (Google 2016.)

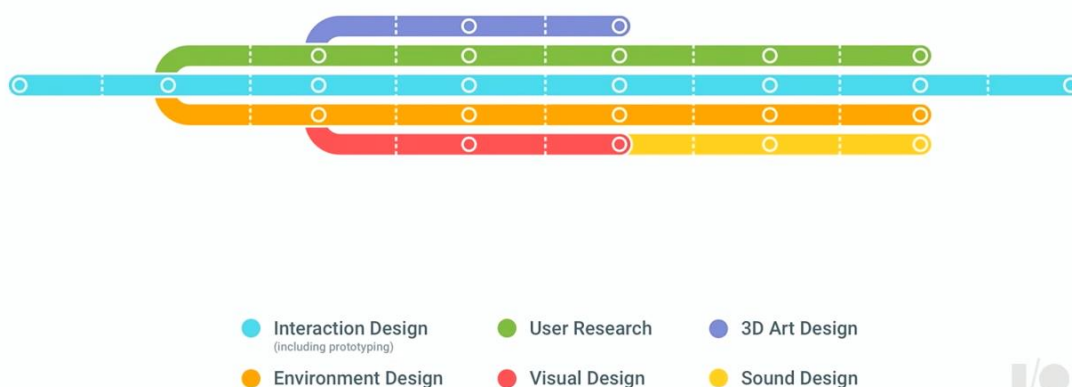
Samaa näkemystä tukee Yeojin Kimin luento ”Top UX tips & tricks for VR Designers” (2017). Kimin tiimin tekemät havainnot VR-kehityksen kipukohdista suunnitteluprosesseissa olivat samanlaisia. Piirrettyjen suunnitelmien tekeminen ei kommunikoinut muille tiiminjäsenille kunnolla suunnittelijan visiota ja kommunikaatiovirheet tiimin sisällä lisääntyivät. (Kim 2017.)

Sekä Googlen että Kimin luento painottavat, että esimerkiksi perinteinen käyttöliittymäsuunnittelu lähtee visuaalisen ilmeen ja asetelun hahmottelusta. Tämä ei myöskään ole ennenkuulumatonta pelialalla. VR-suunnittelussa tulisi kuitenkin pyrkiä tuottamaan prototyyppi ajatellusta ratkaisusta mahdollisimman nopeasti ja visuaalisen ilmeen suunnittelun tulisi tapahtua vasta myöhemmin. Prototyypin tulisi olla mahdollisimman minimaalinen toimiva versio ajatellusta ratkaisusta. Vasta kun toimiva lähestymistapa on löydetty, tulisi siirtyä eteenpäin kehityksessä. (Kim 2017; Google 2016.)

Google esittelee luennossaan VR-suunnitteluprosessinsa. Prosessi koostuu kuudesta osasta:

- interaktion suunnittelu (*interaction design*)
- ympäristösuunnittelu (*environment design*)
- käyttäjättestaus (*user testing*)
- visuaalinen suunnittelu (*visual design*)
- 3D-taiteen suunnittelu (*3D art design*)
- äänisuunnittelu (*sound design*).

Googlen mukaan malli on syntynyt luonnollisesta tarpeesta erilaisten prototyyppien kehittelyn yhteydessä. Kuva 4 havainnollistaa koko suunnitteluprosessia ja sen eri vaiheita kuvaamalla niitä erillisinä linjoinaan.



Kuva 4. Google VR-suunnitteluprosessi (Google 2016).

Interaktiosuunnittelu ohjaa koko prosessia, ja sen tulisi olla ensimmäinen asia, jota virtuaalitodellisuudessa lähdetään testaamaan. VR on alustana niin uusi, että olettamusten tekeminen minkään toiminnallisuuden toimivuudesta ei kannata. Interaktio tulisi suunnitella aina ensin käyttötarkoituksen ja kohderyhmän mukaan. Googlen mukaan tarpeen määrittelyn jälkeen ainut 2D-mallinnus vaihe ratkaisusta tapahtuu käsin piirtämällä. Tämän jälkeen kannattaa siirtyä suoraan VR-sovellukseen ja mallintaa ratkaisu virtuaali maailmaan. (Google 2016.)

Ympäristösuunnittelu tulee mukaan seuraavaksi käyttäjätestausten kanssa. Ympäristösuunnittelu auttaa hahmottamaan, millainen tunnelma virtuaali maailmaan halutaan luoda. Käyttäjätestauksen avulla kerätään lisää palautetta interaktion toiminnallisuudesta. Kun ympäristön elementit alkavat hahmottua, tulee mukaan visuaalisen ilmeen ja 3D-taiteen suunnittelu, sitten äänisuunnittelu. Tärkeää on huomata, että nämä kaikki eri osa-alueet toimivat lopulta yhdessä ja kantavat läpi koko suunnitteluprosessin. Interaktion suunnittelu on kuitenkin keskeisin asia VR-suunnittelussa. Vaikka äänisuunnittelu tulee mukaan prosessin loppupuolella, ei sen merkitystä pidä aliarvioida VR:ssä. Syynä myöhäiselle implementaatiolle on äänen rooli VR:ssä. Kuten interaktiosuunnittelun työkalujen kohdalla mainittiin luvussa 3, on äänen tarkoitus ohjata käyttäjää ja tuoda virtuaali maailma ja sen esineet eloon. Jotta äänimaailman luominen on mahdollista, täytyy virtuaali maailman sisällön olla melko valmista. Äänimaailman suunnittelussa on kyse ajoituksesta ja esineiden materiaaleista, jolloin äänisuunnittelijan on vaikea lähteä rakentamaan mitään, jos itse sisältö ei ole edes jollain tavalla lyöty lukkoon. (Google 2016.)

Dan Gilmoren mukaan testaamisen merkitys korostuu virtuaalitodellisuudessa, koska se on alustana nuori. Hän on törmännyt tiiminsä kanssa useasti tilanteisiin, joissa ennakkoletukset joidenkin ratkaisujen toimivuudesta ovat olleet täysin päinvastaisia testeissä saatujen tulosten kanssa. Hän kannustaakin testaamaan aikaisin ja usein. (Gilmore 2015.)

Samaa ajatusta tukevat Kimberley Voll ja Rob Jagnow. Jagnow'n motto onkin "Iteroi paljon, iteroi usein". VR:ssä voi mennä paljon vikaan ja asiat harvemmin toimivat niin kuin suunnittelija on kuvitellut. Kaikki ratkaisut eivät toimi VR:ssä, ja se täytyy vain hyväksyä. Sekä Gilmore että Voll kannustavat "VR-neitsyiden"(virgins) käyttöön testauksessa. Varsinkin kehittäjät karaistuvat käyttökokemukseen, jolloin ratkaisujen toimivuutta ja käyttömukavuutta voi olla hyvin vaikea arvioida. (Gilmore 2015; Jagnow 2016; Voll 2016.)

3.8 VR-pahoinvointi

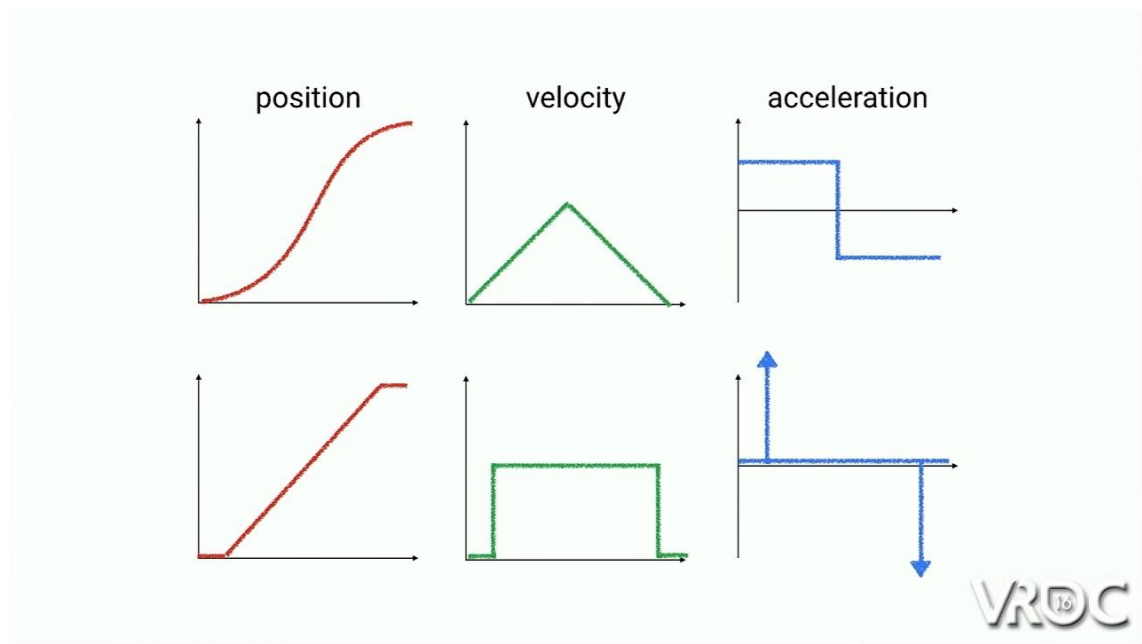
Virtuaalitodellisuudesta puhuttaessa yksi yleisempiä aiheita on virtuaalitodellisuuden aiheuttama pahoinvointi. Pahoinvointi on aihe, johon varsinkin pelinsuunnittelijan on hyvä paneutua, sillä monet päätökset pelin temposta, mekaniikoista ja asioiden sijoittelusta voivat pilata käyttäjän kokemuksen vain siksi, että ne aiheuttavat epämukavuutta, pahoinvointia tai päänsärkyä.

Jason Jerald määrittelee virtuaalitodellisuuden aiheuttaman pahoinvoinnin VR-pahoinvoinniksi (*VR sickness*). VR-pahoinvointi on hänen itsensä määrittelemä yleiskäsite usealle eri pahoinvoinnin tyyppille, joista puhuttaessa tarkoitetaan useasti samaa asiaa, vaikka pahoinvoinnin syyt vaihtelevat. VR-pahoinvoinnista puhuttaessa käytettyjä termejä ovat liikepahoinvointi (*motion sickness*), kyberpahoinvointi (*cybersickness*) ja simulaatiopahoinvointi (*simulator sickness*). Liikepahoinvoinnilla tarkoitetaan tasapainoelinten ja näköaistien informaatoristiriitaa, joka syntyy, kun ihminen kokee liikettä, jota oma keho ei tuota. Kyberpahoinvoinnilla tarkoitetaan virtuaalimaailman aiheuttamaa liikepahoinvointia, joka syntyy pelimaailman aiheuttaman immersion kautta. Simulaatiopahoinvointi on pahoinvointia, joka syntyy vain simulaatiossa, sen rajoitteiden ja puutteiden takia, mutta ei oikeassa maailmassa. Konkreettinen esimerkki on lentosimulaatioiden aiheuttama pahoinvointi, jota ei synny oikeassa lentotilanteessa. Kyberpahoinvointi on määritelmistä laajin ja tarkoittaa kaikkea liikkeestä aiheutuvaa pahoinvointia virtuaalitodellisuudessa. Tämä ei kuitenkaan ole Jeraldin mielestä riittävää, sillä se ei ota huomioon pahoinvointia, johon liikkeellä ei ole vaikutusta. (Jerald 2016: 160.) Virallista termistöä ei ole olemassa, mutta Jeraldin esittämä termi VR-pahoinvointi on pätevä ja tämän insinööriyden kannalta yksiselitteisin termi, kun puhutaan virtuaalitodellisuuden aiheuttamasta pahoinvoinnista.

VR-pahoinvoinnin yleisin ja tuntuvin muoto on liikepahoinvoinnista johtuvaa. Virtuaalitodellisuuden näkökulmasta pahoinvointi on aina pelkästään visuaalisesti aiheutettua, vaikka muulloin siihen voi myös liittyä fyysinen liike, kuten esimerkiksi matkapahoinvoinnissa. Virtuaalitodellisuudessa pahoinvointi johtuu aina virtuaalimaailman näkymän liikkeistä, ovat ne sitten tahallisia (pelaaja liikkuu eteenpäin virtuaalimaailmassa), tai tahattomia (virtuaalimaailmaa ylläpitävän koneen teho ei riitä tarpeeksi korkeaan näytön päivitykseen, mikä aiheuttaa kuvan nykimistä). Virtuaalitodellisuudessa liikepahoinvointi johtuu useasti oman kehon liikkeen illuusiosta, joka syntyy, kun pelaaja näkee liikkuvansa maailmassa, mutta mitkään tukielimet, jotka seuraavat kehonliikkeitä, eivät koe

samaa liikettä. Tästä syystä suunniteltaessa VR-sovelluksia tulisi huomioida tarkkaan, miten pelaaja liikkuu maailmassa. Sekä lineaarinen että pyörivä liike aiheuttavat pahoinvointia, jos käyttäjä ei itse kontrolloi liikettä. Jos kontrolli kuitenkin otetaan pois, on hyvä huomioida, että tasainen vauhti yhteen suuntaan aiheuttaa yleisesti vähemmän liikepahoinvointia virtuaalimaailmassa kuin kiihtyvä liike. Lineaarinen eteen- tai taaksepäin suuntautuva vauhti ovat varsinkin sellaisia, joita ihmisen on helpompi sietää, koska liikettä seuraavat elimet eivät ota suorassa liikkeessä huomioon vauhtia, vaan vain kiihtyvyyden. Kääntyvä liike voi kuitenkin aiheuttaa pahoinvointia tasaisesta liikkeestä huolimatta, sillä pään kääntymistä seuraavat elimet ottavat myös vauhdin huomioon. (Jerald 2016: 164–165.)

Rob Jagnow tukee samaa ajatusta ja esittelee diagrammin, joka kuvaa liikkeen toteuttamisen eri vaihtoehtoja (ks. kuva 5). Perinteinen tapa liikkua varsinkin peleissä on näyttää tasaista kiihdytystä, joka kasvaa koko ajan, kunnes päästään lähelle haluttua sijaintia ja hidastetaan liikettä tasaisesti. Tämä antaa vaikutelman pehmeästä ja luonnollisesta liikkeestä. VR:ssä ongelmana on, että vain silmät näkevät tämän kiihtyvyyden. Sisäkorvan elimet, jotka tarkkailevat kiihtyvyyttä, eivät koe kiihtyvyyden tunnetta lainkaan, ja tästä syystä pahoinvoinnin tunnetta voi syntyä. Aistiristiriita sen sijaan kiihdyttäessä nopeasti tasaiseen vauhtiin on niin lyhytaikainen, että pahoinvointia ei välttämättä ehdi syntyä, koska aistiristiriitaa ei suurimman osan aikaa ole. (Jagnow 2017.)



Kuva 5. Perinteinen liikkeen simuloinnin malli (yläpuolella) ja virtuaalitodellisuudessa paremmin toimiva tasaisen liikkeen malli (alapuolella) (Jagnow 2017).

Liikkeen aiheuttamaa pahoinvointia voi myös minimoida kaventamalla näkökenttää liikkeen ajaksi. Suurin osa käyttäjistä ei Jagnow'n mukaan edes huomaa tätä efektiä. Noah Falsteinin mukaan ihminen havaitsee liikkeen parhaiten ääreisnäöllään. Tästä syystä näkökentän rajaaminen toimii niin hyvin. Efekti on mahdollista toteuttaa myös tuomalla jonkinlainen staattinen kiintopiste näkökentän reunoille. Jos liike on teleport-tyyppistä, on tärkeää, että henkilö siirtyy psykologisesti turvalliselle alueelle. Varsinkin liian lähelle seinä tai pahimmassa tapauksessa niiden sisään joutuminen voi olla hyvin ahdistavaa käyttäjälle. (Jagnow 2017; Falstein 2017.)

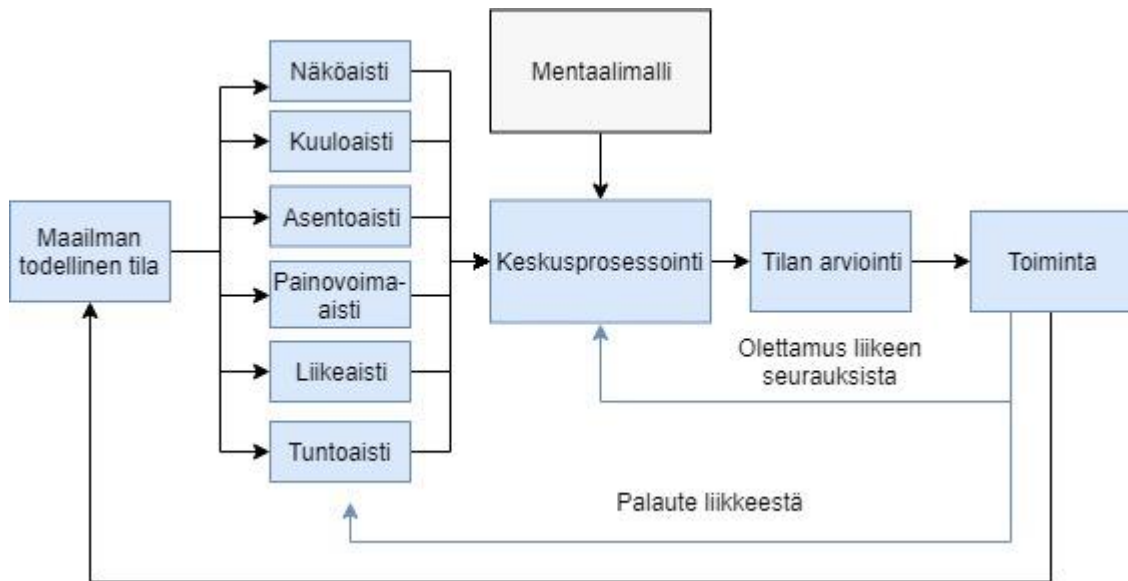
Jeraldin mukaan liikkeen illuusio on tärkeä työkalu VR:ssä läsnäolon tunteen luomiseksi, mutta illusion luomisen kanssa täytyy olla äärimmäisen tarkka. Liikkeen korostaminen esimerkiksi päänheilumisliikkeen lisäämisellä kameraan on hyvin yleinen tapa perinteisissä peleissä luoda uskottavuutta pelaajan liikkeisiin, mutta virtuaalitodellisuudessa sitä ei tulisi koskaan käyttää. Heiluva liike, joka ei johdu pelaajan omasta pään liikkeestä, yhdistettynä liikkumiseen virtuaalimaailmassa on yksi pahimpia VR-pahoinvoinnin aiheuttajia. Liukuvaa sivuttaisliikettä tulisi myös välttää, koska sen on huomattu myös aiheuttavan VR-pahoinvointia. Tutkijoille on selvää, että huomattava virtuaalimaailman näkymän liike virtuaalitodellisuudessa aiheuttaa pahoinvointia, mutta sen syitä ei ymmärretä vielä täysin. (Jerald 2016: 164–165.) Teorioita pahoinvoinnin syistä on useita, mutta niitä ei käsitellä tässä työssä. Jerald on luonut kaikkien teorioiden pohjalta yhtenäistetyn mallin liikkeen havaitsemisesta ja liikepahoinvoinnista. Malli koostuu viidestä vaiheesta:

1. maailman todellinen tila
2. aistihavainnot
3. keskusprosessointi
4. tilan arviointi
5. toiminta.

Liikkeen havaitseminen ja tulkitseminen alkaa maailman todellisesta tilasta, joka on minä tahansa hetkenä koettu virtuaalimaailman liike verrattuna käyttäjän fyysiseen liikkeeseen ja tilaan. Ihminen tulkitsee liikkeen aistihavaintojen avulla, jotka koostuva näkö-, kuulo-,

asento-, painovoima-, liike- ja tuntoaisteista. Tämän kaiken prosessoi aivojen keskusprosessointi, joka kokoaa kaikkien aistien havainnot yhteen ja vertaa niitä ihmisen omaan mentaaliseen malliin liikkeestä, eli käyttäjän entisiin kokemuksiin ja tulevaisuuden odotuksiin siitä, kuinka liike toimii. Aistihavainnot ja mentaalista mallia hyödyntämällä käyttäjän aivot luovat arvion maailman tilasta ja siitä, mitä tulee tapahtumaan. Tilan arvioimalla ja seuraavan askeleen ennustamalla aivot pyrkivät määrittelemään, miten seuraavaksi tulisi toimia. Keskusprosessointi testaa arvioita koko ajan. Jos arvio on väärä tai epävaka, voi syntyä liikepahoinvointia. Toiminta on reaktio, joka syntyy arvion pohjalta. Reaktiot ovat fyysisiä toimintoja, jotka pyrkivät muokkaamaan ihmisen tilaa niin, että se vastaisi tila-arviota. Esimerkkinä fyysisistä vaikutuksista ovat asennon muuttaminen tasapainon vakauttamiseksi tai fysiologiset muutokset kehossa kuten hikoilu ja pahimmassa tapauksessa pahoinvointi. Toiminta antaa myös samalla jatkuvaa suoraa palautetta aisteille liikkeen vaikutuksista ja keskusprosessoinnille oletuksen liikkeen seurauksista. Aisteille tuleva palaute liikkeestä on erilaista riippuen siitä, onko liike tahdonalaista vai passiivista. Oletamus liikkeen seuraamuksista kertoo keskusprosessoinnille, onko liike ihmisen itse aiheuttamaa vai johtuuko se ympäröivästä maailmasta. (Jerald 2016: 169–172.)

Yhtenäistetty malli liikkeen havaitsemisesta ja liikepahoinvoinnista kiertää jatkuvasti kehää. Keho ja mieli mukautuvat joka kierroksen jälkeen uuteen tilanteeseen. Lopulta mentaalinen malli liikkeestä muuttuu ja aistit tottuvat saamaansa palautteeseen, jolloin tilan arvioimisesta tulee helpompaa, jolloin myös liikepahoinvointi vähenee. (Jerald 2016: 170–171.) Jasonin malli on kuvattuna kuvassa 6.



Kuva 6. Yhtenäistetty malli liikkeen havaitsemisesta ja liikepahoinvoinnista (Jerald 2016: 170).

Jeraldin mallia on hyvä käyttää pohjana, kun miettii liikepahoinvointia VR:ssä. Kaikessa on lopulta kyse siitä, mitä käyttäjän keho ja mieli olettavat tapahtuvan ja kuinka asiat oikeasti tapahtuvat virtuaalimaailman sisällä. Tekemällä liikkeestä mahdollisimman helposti ennustettavaa käyttäjälle ja antamalla hänelle mahdollisimman paljon kontrollia omasta toiminnastaan saadaan liikepahoinvointia vähennettyä huomattavasti.

3.9 Liikkeestä johtumaton pahoinvointi

Kuten aiemmin mainittiin, yleisesti käytetty termistö ei ota huomioon virtuaalitodellisuuden aiheuttamaa pahoinvointia, joka ei johdu liikkeestä. Varsinkin VR-lasien yhteydessä ongelma on silmien kyvyssä sopeutua katsomaan ensin kohdetta, joka on todella lähellä ja sitten kohdetta, joka on kaukana. Näkökyvyssä katseen tarkennus syntyy kahdesta tarkennusmekanismista, konvergenssista ja akkommodaatiosta. Konvergenssilla tarkoitetaan silmän kykyä kääntyä kieroon tai suoraan riippuen siitä, kuinka lähelle katsetta kohdistetaan. Akkommodaatiolla tarkoitetaan silmän lihaksia, jotka säätävät silmän linsin muotoa riippuen siitä, mille etäisyydelle katsotaan. Oikeassa maailmassa nämä kaksi asiaa tarkentavat samaa pisteeseen, mutta varsinkin nykyisissä VR-laseissa, jossa näyttö on koko ajan hyvin lähellä henkilön silmää, näin ei tapahdu. Konvergenssi kohdentaa virtuaalitodellisuuden luomaan illuusion kaukana olevasta objektista, mutta akkommodaatio tarkentaa vain HMD-lasien ruutuun. Tästä ristiriidasta syntyvä konflikti rasittaa silmiä ja voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa pahoinvointia. (Jerald 2016: 173.)

VR-lasien toinen suuri haaste on näytön välkkyminen. Koska linssit ovat todella lähellä katsojan silmiä, näytön välkkymistä ja vilkkuvia valoja tulisi välttää virtuaalitodellisuudessa. Välkkyminen voi aiheuttaa esimerkiksi silmien rasittumista, pahoinvointia, päänsärkyä ja pahimmassa tapauksessa jopa epileptisiä kohtauksia. Näytön välkkymistä voidaan välttää parhaiten pitämällä VR-sovelluksen näytönpäivitysnopeus ja viive nopeina. Sietokykyä näytön välkkymiselle voidaan helpottaa myös tekemällä virtuaalitodellisuudesta synkempi tai pimeämpi, jolloin näkö mukautuu pimeyteen. Tällöin näytön välkkymisen havaitsemiskyky heikkenee. (Jerald 2016: 174.)

3.10 VR-pahoinvoinnin mittaaminen

Virtuaalitodellisuusohjelmistoa kehittäessä välillä voi olla myös tarpeellista mitata sovelluksen aiheuttamaa pahoinvointia. Saadulla tiedolla voidaan rajata nopeammin mahdollisia pahoinvoinnin syitä. Jerald toteaa kuitenkin, että mittaaminen on hankalaa, koska herkkyys pahoinvoinnille on yksilöllistä ja vaikutukset ovat harvoin kovin voimakkaita tai pitkäkestoisia. Yleisin tapa mitata pahoinvointia on hänen mukaansa kyselyn avulla. (Jerald, 2016: 195.)

Lisäksi tasapainotestit ja fysiologiset mittaukset ovat mahdollisia, mutta ne eivät ole tämän insinööriyden ja pelisuunnittelijan tarpeiden näkökulmasta oleellisia. Tasapainotestit antavat yleisen kuvan sovelluksen vaikutuksista, mutta eivät tarkkaa tietoa pahoinvoinnista. Fysiologiset mittaukset taas vaativat mittalaitteistoa ja menevät suunnittelijan näkökulmasta liian syvälle ihmisen kehon toimintaan. Kumpikin mittaamuoto toimii kyselyä tukevana tietona, kun taas kysely antaa jo yksinään enemmän informaatiota. Kyselyn heikkous on sen subjektiivisuudessa. Kuten aiemmin mainittiin, jokainen kokee virtuaalitodellisuuden eri tavalla. Lisäksi jokaisen ihmisen kyvyssä tarkkailla ja kuvailla oman kehonsa muutoksia on eroja. (Jerald 2016: 195.)

Jason Jerald esittelee VR-pahoinvoinnin mittaamiseen Kennedyn simulaattoripahoinvoinnin kyselyn, lyhyesti Kennedy SSQ:n (The Kennedy Simulator Sickness Questionnaire). Kennedy SSQ on Yhdysvaltain laivaston lentäjillä tehtyjen simulaatiolentojen analyyseistä luotu kysely (liite 2), johon on määritelty 16 oiretta, jotka johtuvat simulaattoriympäristöstä. Oireet on jaettu kolmeen kategoriaan: okulaariset oireet (silmiin liittyvät oireet), disorientaation liittyvät oireet (tilan tajun häiriintyminen) sekä pahoinvointi. Okulaarisia oireita ovat silmien rasitus, katseen tarkennuksen vaikeus, katseen sumuisuus

ja päänsärky. Disorientaatioon liittyviä oireita ovat huimaus, hikoilu ja pyörrytys. Pahoinvointiin liittyvät oireet taas ovat vatsan vääntäminen (hetkellinen pahan olon tunne), vatsan pahaolo (pidentynyt tunne oksentamisen tarpeesta), lisääntynyt syljentuotanto ja röyhtäily. Jokaisen oireen vakavuutta kyselyssä mitataan neliportaisella asteikolla: ei ollenkaan, lievä, kohtalainen, vakava. Kyselyn tuloksista saadaan neljä eri pisteytystä: kokonaispisteytys pahoinvoinnille ja jokaisen kategorian oma pisteytys. Kysely ei mene kovinkaan syvälle ongelmiin ja pahoinvointiin, mutta voi antaa paremman käsityksen siitä, mitä osaa virtuaalitodellisuudesta kannattaisi lähteä parantamaan. Jason Jerald huomauttaa, että se voi myös toimia mittarina sovelluksen kehityksestä, kun mittatuloksia hankitaan pitkin sovelluksen eri kehitysvaiheita. (Jerald 2016: 195–196.)

Miksi VR-pahoinvoinnista tulisi välittää? VR on alustana niin nuori, että yksittäinen huono kokemus vaikuttaa koko alaan. Josh Naylor painottaa, että kehittäjien tulisi olla kilttejä käyttäjiä kohtaan. Kehittäjät ovat tottuneet sietämään VR:n hullulta vaikuttavia ominaisuuksia ja aistiharhoja. Yksi parhaita tapoja mainostaa VR:ää on VR:n kokeneiden henkilöiden kokemusten kautta. Ben Lewis-Evans kehottaa miettimään suosittelisiko henkilö itse perheelleen tai ystävilleen sellaista kokemusta, joka sai hänet voimaan pahoin. (Naylor 2016, Lewis-Evans 2015.)

4 Produktityyppisen opinnäytetyön toteutus

Insinööriyö toteutettiin produktityyppisenä insinööriyönä. Produktityyppinen lopputyö on toiminnallisen lopputyön alalaji, jolla pyritään kehittämään ammatillista toimintaa. Produktin toteutustapa on tuotos, eli produkti, kuten opas, kirja, kehityssuunnitelma tai näyttely. (Falenius 2006.)

Toiminnallisen lopputyön tulisi aina pohjautua ammattiteoriaan ja sen tuntemukseen. Produktin toteutuksessa varsinaista tutkimusta ei välttämättä tehdä, mutta aihetta pitää käsitellä tutkivasti ja kehittävästi. Tutkivan otteen tulee näkyä teoreettisen perusteltuna teoriapohjana ja kriittisenä pohdintana tehtyjä valintoja ja ratkaisuja kohtaan. (Falenius 2006.)

Insinööriyön produktin luomiseen ei produktin luonteen takia tehty erillistä tutkimusta. Teorian valinnassa ja arvioimisessa käytin tukena vajaata kahden vuoden kokemustani pelisuunnittelusta sekä havaintojani nykyisen VR-projektini kehittämisestä.

4.1 Toteutus

Insinööriyön aihe syntyi tammikuussa 2018, kun tuli selväksi, kuinka hajautettua tietoa VR-sovellusten kehittämisestä oli. Esimiehen kanssa käyty keskustelu päättyi johtopäätökseen, että aihe olisi sellainen, mistä voisi olla hyötyä kenelle tahansa VR-sovellusten kehittäjälle. Insinööriyön produktina syntyi opaskirja. Opaskirjan kieli on englanti. Opaskirjan kieleksi valikoitui englanti ammatillisen tarpeen takia, sillä pelialan yleisin kieli on englanti. Ohjeistus on yleishyödyllisempi, kun se on kielellä, jota usea suunnittelija pystyy halutessaan hyödyntämään.

Itse produktin toteutuksessa pyrin tiivistämään käytetyn teorian mahdollisimman helppolukoiseksi paketiksi. Päädyin aluksi tiivistämään sen itselleni noin yhden sivun mittaiseksi kokonaisuudeksi, joka pyrki kokoamaan kaiken oleellisen jokaisesta aiheesta. Jäsentelin aiheet melko tarkasti itse insinööriyön teoriaosuuden mukaisesti, mutta korostin varsinkin liikkeen, interaktiosuunnittelun ja käyttöliittymäsuunnittelun roolia antamalla jokaiselle kohdalle oman otsikon, kuten liitteen 1 sivulla 2 nähdään. Ohjeistuksen tekstissä painotin enemmän helppolukuisuutta, kuin asiakirjamallin noudattamista. Aluksi tein produktista pelkän esitelmän, mutta totesin nopeasti sen olevan riittämätön yksinään kattamaan kaiken tarpeellisen kerätystä tietoperustasta. Kirjoitin lopulta hyvin tiiviin ohjekirjan, joka käy läpi kaiken insinööriyössä käytetyn tietopohjan, ja jätin tehdyn esitelmän ohjekirjan tueksi.

Insinööriyön toteuttamisen aloitin helmikuussa 2018. Tutustuin aluksi aihetta käsitteleviin opinnäyte- ja insinööritöihin, joiden pohjalta löysin aihetta käsitteleviä lähteitä. Alusta asti huoleni oli tiedon hajanaisuus ja tieteellisen kirjallisuuden vähäisyys. Tämä vaikutti myös paljon lopullisen rakenteen muokkaantumiseen, sillä en ollut täysin varma, millainen tietoperusta minun oli mahdollista rakentaa saatavilla olevista lähteistä. Lopullinen rakenne kuitenkin selkiintyi kuunneltuani läpi useita eri luentoja virtuaaliodellisuudesta viimeiseltä kolmelta vuodelta. Näistä luennoista noin puolet päättyi lähteiksi itse insinööriyöhön. Tietopohjan osa-alueiksi valikoituivat aiheet, joita luennoilla käsiteltiin eniten tai joissa itse huomasin olevan eniten eroja perinteiseen sovellus- ja pelikehitykseen.

Aikataulullisesti alkuperäisestä tavoitteesta myöhästettiin reilulla kuukaudella. Taustalla olivat perhesyyt, joihin en itse pystynyt vaikuttamaan, mutta jotka pakottivat laittamaan

työn hetkeksi taka-alalle. Työn toteutusta hidasti myös tietopohjan kokoaminen ja jäsentely. Jokainen käsitelty luento täytyi kirjoittaa aluksi auki ja hahmotella saadun materiaalin pohjalta, mikä kaikki oli oleellista insinööriyölle.

Ohjekirjan tarpeiden takia työ käsittelee aihetta lähtökohtana oletus, että henkilö, joka lukee ohjeistusta, ymmärtää jo perusteita niin ohjelmistokehityksestä kuin sovellus- ja pelisuunnittelusta sekä tuntee VR-alustojen teknologiaa. Ohjeistuksen kannalta teknologiaesittelyillä ei esimerkiksi olisi ollut mitään arvoa.

4.2 Produktin arviointi ja haasteet

Suhtaudun pelisuunnitteluun intohimolla ja suurella mielenkiinnolla. Lähes kaikki opit peli- ja sovellussuunnittelusta ovat lähtöisin oma-aloitteisesta opiskelusta. Tästä syystä kootun materiaalin objektiivisuus saattaa hiukan kärsiä, sillä teorialle ei ole vertailukohtaa muualta kuin omakohtaisesta kokemuksesta ja muiden VR-kehittäjien ratkaisujen tutkimisesta. Oppimiskokemukseen on kuitenkin suhtauduttu kurinalaisesti ja pyritty aina käsittelemään opittua kriittisesti. Tärkeää oli olla pitämättä mitään opittua ainoana totuutena.

Produktin tavoite ei aluksi ollut selkein mahdollinen tiedon hajanaisuuden takia, mutta tiedon kriittinen ja analysoiva arviointi auttoi lopulta määrittelemään selkeän tavoitteen, joka myös sisällöltään toteutui. Ohjeistus käy läpi VR-maailman erityispiirteitä ja esittelee käytössä olevia työkaluja ja haasteita tiiviissä muodossa, joten päätavoitteeseen päästään melko hyvin. Alun perin ei ollut tarkoitus tehdä opaskirjaa, vaan nopeasti selattavissa oleva ohjeistus, joka käy kaikki aiheet läpi mahdollisimman yksinkertaisesti ja muodostaa lukijalle ajatusmallin VR-suunnittelusta. Produkti olisi kuitenkin jäänyt vajaaksi ilman kunnollista ohjekirjaa, joten lopulta toteutettiin niin ohjekirja kuin esitelmä. Aikataulun rajallisuuden takia esityksen sisällön hiomiseen jäi hyvin vähän aikaa, ja visuaalista ilmettä ei ehditty parantaa esityksessä tai opaskirjassa, mikä laskee produktin kokonaisuuslaatua. Kuvien lisääminen ja yleinen visuaalisen ilmeen parantaminen olisivat parantaneet luotettavuutta ja helppokäyttöisyyttä. Sisältö on kuitenkin huolellisesti koottu ja vastaa tarvetta.

Alatavoitteeseen materiaalin ajankohtaisuudesta päästiin melko hyvin. Kaikki materiaali, jota tietopohjan muodostamisessa käytetään, on koottu viimeiseltä kolmelta vuodelta.

VR-teknologian kehitys on kuitenkin todella nopeaa, ja osa tiedosta saattaa jo nyt olla osittain vanhentunutta. Nykyisten VR-alustojen ratkaisujen suunnittelussa kerätty aineisto on kuitenkin lähtökohtaisesti ajankohtaista. Esityksen laatua on onneksi helppo nostaa tulevaisuudessa produktin hyödyntämisen yhteydessä.

Suurin haaste työssä oli ehdottomasti tiedon hajanaisuus. Luentojen läpikäynti, arviointi ja purkaminen veivät useita viikkoja. Itse insinööriyön kokoaminen kävi nopeasti, mutta kärsin henkilökohtaisista vaikeuksista juuri, kun työ olisi pitänyt saada valmiiksi. Haasteita asetti myös käytettävissä oleva aika, sillä työskentelin täyspäiväisesti koko insinööriyöprosessin ajan.

5 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin nykyisten virtuaaliodellisuusalustojen kehitystä suunnittelijan näkökulmasta. Insinööriyön tuloksena syntyi VR-sovellusten suunnittelijoille ohjeistus, niin lyhyenä opaskirjana kuin esitelmänä. Ohjeistus käy läpi VR-suunnittelun erityispiirteitä, esittelee suunnittelijan käytössä olevia työkaluja ja VR-kehityksen haasteita. Luodun ohjeistuksen pohjalta suunnittelija pystyy rakentamaan itselleen selkeän ajatusmallin elementeistä, jotka täytyy ottaa huomioon minkä tahansa VR-sovelluksen toteuttamisessa.

Virtuaaliodellisuus on toistaiseksi vielä kehityksensä alussa. Kehittäjät vievät alaa koko ajan eteenpäin, mutta teoreettista tutkimusta ja kirjallisuutta virtuaaliodellisuudesta ei ole vielä paljoa. VR-yhteisö jakaa onneksi tietoaan ja kokemuksiaan hyvin avoimesti. Insinööriyön tavoite oli koota tätä pirstaloitunutta tietoa yhteen paikkaan ja muodostaa siitä yhtenäinen kuva. Haasteista huolimatta asetetut tavoitteet täyttyivät hyvin, vaikka luotu ohjeistus onkin vain luuranko, joka vaatii ympärilleen myös syventävää tietoa. Työ kuitenkin ohjaa jokaista lukijaa oikeaan suuntaan antamalla selkeän kuvan kaikesta, mitä VR-sovelluksen suunnittelussa tulisi ottaa huomioon.

Virtuaaliodellisuuden suurin haaste on edelleen sen korkea hinta kuluttajalle. Viihdekäyttöön tarkoitetut sovellukset, kuten VR-pelit, eivät lisäännä markkinoilla, ennen kuin laitteiden hintataso laskee huomattavasti alemmas. Virtuaaliodellisuuden tuomat mahdollisuudet ovat kuitenkin äärimmäisen mielenkiintoisia, ja sen hyödyt yritys- ja hyötykäytössä tarjoavat mahdollisuuksia, joita varmasti hyödynnetään. VR-laseilla toteutetut

kierrokset arkkitehtien suunnittelemissa rakennuksissa ennen edes rakentamisen aloittamista ovat pian arkipäivää. Myös tutkimustulokset virtuaalitodellisuuden hyödyntämisestä lääketieteessä ovat hyvin kannustavia.

Insinöörityön tekeminen oli mielekästä, koska aihe oli tekijän itse määrittelemä. Tietopohjan rakentaminen oli opettavaista. Varsinkin taustatutkimuksena kuunnellut luennot laajensivat ymmärrystä VR-sovellusten suunnittelusta huomattavasti. Tiedon hajainaisuus teki oppimiskokemuksesta lopulta tehokkaan, koska tarvittavan kokonaisuuden jäsentämiseen ei ollut valmiita kehyksiä. Varsinkin interaktion ajattelu kommunikaatiokielen kautta oli hyvin mieltä avartavaa.

Tietopohjan rajaus olisi pitänyt tehdä vasta syvällisemmän taustatutkimuksen jälkeen, sillä työ jumittui turhaan useaan kertaan liian tarkan rajauksen takia. Teoreettinen viitekehys muodostettiin liian monta kertaa vajaiden tietojen perusteella. Olemalla avoimempi heti alusta lähtien ja perehtymällä taustatutkimukseen olisi tiedon hakua voitu laajentaa nopeammin ja rajata lopullisen työn sisältö valmiiksi.

Luodusta ohjeistuksesta olisi seuraavaksi hyvä toteuttaa pidempiaikainen testaus esimerkiksi nykyisen projektini yhteydessä. Pidempiaikaisen testauksen avulla olisi mahdollista nähdä, pitääkö ohjeistus paikkansa koko VR-suunnittelun elinkaaren läpi, ja iteroida ohjeistuksen sisältöä ja ulkomuotoa tulosten mukaan. Lisäksi suurin osa ohjeistuksesta raapaisee vain aiheiden pintaa, koska tarkoitus oli koota tietoa. Jatkotutkimuksia olisi mahdollista tehdä varsinkin interaktio- ja käyttöliittymäsuunnittelusta sekä immersion ja läsnäolon luomisesta.

Lähteet

Alger, Mike. 2015a. Visual Design Methods for Virtual Reality. Verkkoaineisto. <<https://drive.google.com/file/d/0B19I7cJ7tVJyRkpUM0hVYmxJQ0k/view>>.: 5.2.2018

Alger, Mike 2015b. Designing VR for Humans. Verkkoaineisto. Slideshare.net. <<https://www.slideshare.net/alexandervancooten/designing-vr-for-humans-mike-alger>>. Päivitetty 20.2.2015. Luettu 5.2.2018.

Falenius, M. ym. 2006. Monimuotoinen/toiminnallinen opinnäytetyö. Verkkoaineisto. Virtuaali ammattikorkeakoulu. <<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030906/1113558655385/1154601154602/1154670359399/1154756862024.html>>. Päivitetty 5.8.2006. Luettu 18.4.2018

Falstein, Noah. 2017. A Game Designer's Overview of the Neuroscience of VR. Verkkoaineisto. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=VbrM-yUkJhU>>. Päivitetty 17.10.2017. Katsottu 8.3.2018.

Gilmore, Dan. 2015. Designing UI for VR. 2015. Verkkoaineisto. Atomhawk Design. <<https://www.youtube.com/watch?v=4IRhTPQroi0>>. Päivitetty 29.7.2015. Katsottu 15.2.2018.

Howard, John. 2016. UX/UI Design for VR and Mixed Reality. Verkkoaineisto. Augmented World Expo. <<https://www.youtube.com/watch?v=hxV-1pJ2hjk>>. Päivitetty 11.8.2016. Katsottu 5.3.2018.

Hunicke, Robin. 2016. Understanding The Body's Role in VR & AR Game Design. Verkkoaineisto. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=vTTZSjv9ZBA>> Päivitetty 23.11.2016. Katsottu 14.3.2018.

Jagnow, Rob. 2017. Lessons Learned from VR Prototyping. Verkkoaineisto. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=G295PAPzZX8>>. Päivitetty 6.2.2017. Katsottu 15.3.2018.

Jerald, Jason 2016. The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. New York, USA: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool.

Kim, Yeojin. 2017. If At First You Don't Succeed: Top UX Tips & Tricks for VR Designers. Verkkoaineisto. Samsung. <<https://www.youtube.com/watch?v=zSfNgs3dMNk>> Päivitetty 19.10.2017. Katsottu 13.3.2018.

Kroll, Riho. 2016. How Crytek Builds 3-Dimensional UI for VR. Verkkoaineisto. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=Sq9NOukgxQc>>. Päivitetty 7.6.2016. Katsottu 20.2.2018.

Lewis-Evans, Ben. 2015. Designing to Minimize Simulation Sickness in VR Games. Verkkoaineisto. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=2UF-7BVf1zs>>. Päivitetty 15.9.2015. Katsottu 8.3.2018.

Malaika, Yasser. 2015. Interaction Design in VR: Valve's Lessons. Verkkoaineisto. GDC. <https://www.youtube.com/watch?v=_vQo0ApkAtI&t=231s>. Päivitetty 9.10.2015. Katsottu 20.2.2018.

Naylor, Josh. 2016. Unite Europe 2016 - User interface and gameplay design in VR. Verkkoaineisto. Unity. <<https://www.youtube.com/watch?v=mHt5epanF2c>>. Päivitetty 21.6.2016. Katsottu 20.2.2018.

Northway, Colin. 2016. Fantastic Contraption and why VR Menus Suck. Verkkoaineisto. GDC. <https://www.youtube.com/watch?v=ASXST_jyhI4> Päivitetty 26.4.2016. Katsottu 13.3.2018.

Ray, Steven. 2017. The Evolution of UX in Virtual Reality. Verkkoaineisto. Dialexa. <<https://by.dialexa.com/evolution-ux-virtual-reality>>. Päivitetty 18.8.2017. Luettu 20.2.2018.

Virtual Reality. 2018. Verkkoaineisto. Merriam-Webster.com. <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality>>. Päivitetty 27.4.2018. Luettu 3.5.2018.

Voll, Kimberley. 2016. This is Your Brain on VR: A Look at The Psychology of Doing VR Right. Verkkoaineisto. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=-owQfn-iYQw>> Päivitetty 13.4.2016. Katsottu 8.3.2018.

VR Design Process - Google I/O 2016. 2016. Verkkoaineisto. Google Developers. <<https://www.youtube.com/watch?v=-mcXAMDch7s>>. Päivitetty 19.5.2016. Katsottu 14.3.2018.

Yu, Agatha. 2017. Designing the Language of VR Experiences. Verkkoaineisto. Ubisoft Toronto. <<https://www.youtube.com/watch?v=-L1QTA-HQ-I>>. Päivitetty 31.10.2017. Katsottu 13.3.2018.

Opaskirja: Guide to VR Design

2018

Guide to VR Design

ROOPE KOSKI

Table of Content

1	Foreword	1
2	Virtual Reality, the new frontier	1
3	VR environment and content zones	2
4	Immersion and Presence	4
5	VR Design	6
5.1	Movement	8
6	Interaction design	8
6.1	Tools for interaction	9
7	UI Design	11
8	VR Design Process	12
9	VR Sickness	13
	Sources	16

1 Foreword

This guidebook was made as part of my bachelor's thesis in for applications. It is meant to be a quick read on everything important related to VR design. The guide book goes through the special characteristic of VR, some tools available for designers and introduces challenges one might face while working with VR. It is meant to give everybody entering VR a holistic view on what to consider when starting a VR project and hopefully give a sense of guidance on what subjects to delve deeper into.

2 Virtual Reality, the new frontier

Virtual reality has the ability cover our senses in a way that has never been done before in media. It surrounds the player in to a virtual world that gives its users unprecedented feeling of presence and immersion. In an ideal virtual reality experience could eventually feel as real as being in a real world. We are not there yet, but in the meantime, developers are facing a media that encloses the users into the experience itself and forces them to interact with the world in a completely new way.

VR's tendency to take over users' senses means that one of the most important designer challenges is to communicate to the player:

- How the virtual world works?
- What is their part in it?
- How do they interact with it?

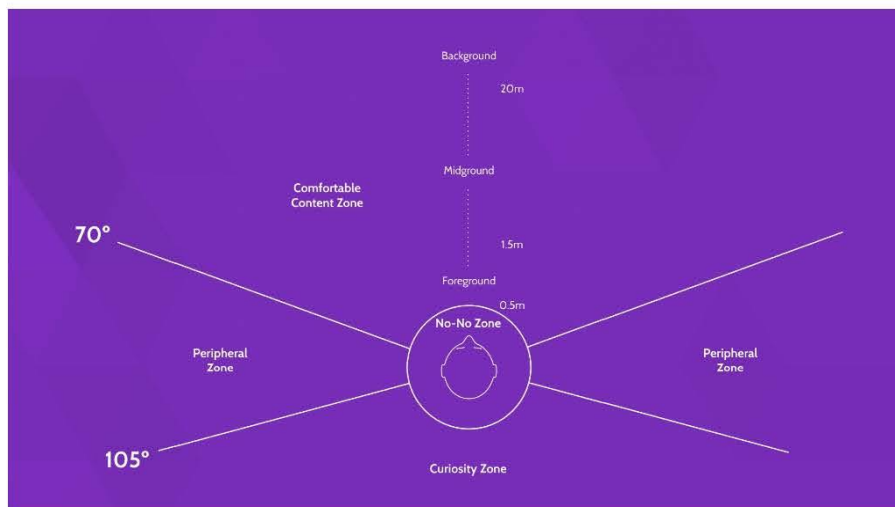
When designing solutions for this new medium it is good to knowledge that most of what you already know about developing software or games might be irrelevant when it comes to virtual reality. This is an exaggeration of course but you will be faced with situations where the solutions for the traditional media will not work. Old tricks on creating immersion become hinderances, interaction design has tools that are not used in any other media and almost everything about UI design does not work as it used to. Not to mention that with VR there is a real concern for making your users sick.

3 VR environment and content zones

Before delving deeper in to VR design it is good to define the space you'll be working in. VR has some technical limitations, and humans biological, that designers should be mindful about. Even though there is 360 degrees of freedom in VR to work with, these limitations give some boundaries that define how to place content in to VR. Platforms like HTC Vive and Oculus Rift can currently mimic depth convincingly to about twenty (20) metres. After that the sense of depth is lost completely. Lack of eye tracking makes it hard for user to focus on anything that is closer than half (0.5) metres away. Human can turn their head 70 degrees comfortably to either side and maximum of 105 degrees. They can look about 60 degrees up and 40 degrees down. These limitations create so called content zones around user. These content zones are:

- No-no Zone (0 – 0.5 metres form the users head)
- Comfortable Content Zone (0.5 – 20 metres. 70° Field of view to sides. 60° up and 40° down.)
- Peripheral Zone (Field of View between 70° - 105° on the sides)
- Curiosity zone (Space behind field of view)

No-No Zone is the immediate space in front of the user. It can be used for getting users attention, but nothing permanent should be placed here as it forces the user to cross their eyes. It can be used for getting users attention. Comfortable Content Zone is the are the user can see without turning their head. Almost all content should be placed within this area. Peripheral Zone is the are at the edge of user's vision. It requires user to rotate their head to see clearly. Some useful interactions can be places in here, but over usage and exposure can cause strain to the neck. Mike Alger's picture from his publication *Visual Design Methods for VR* (2015) illustrates these areas.

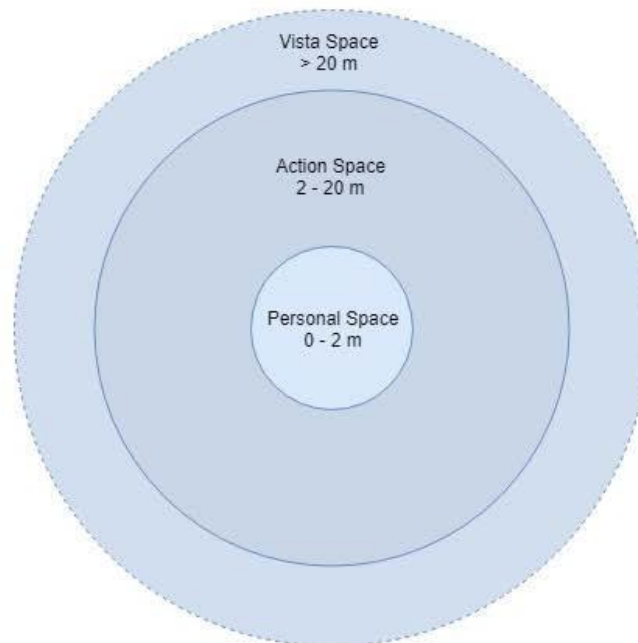


Picture 1. VR Content Zones (Mike Alger, 2015)

With this in mind content should be placed according to the desired action from the user. As Picture 2 demonstrates these actions can be defined by three spaces:

- personal space
- actions space
- vista space

Everything within two (2) metres from the user is their personal space. This is anything that is within user's arm's reach. Action space is the space between two (2) and 20 metres. This is the area where player can traverse around quickly and interact with the world and its object easily. Vista space is the space beyond 20 metres. User has very limited interactions with this area.



Picture 2. Interaction Spaces in VR

4 Immersion and Presence

VR has the power to influence our perception in a powerful manner. Because of this power one of its most unique qualities is its ability to create sense of presence and immersion. Humans experience the world through their senses and these senses are gullible. The sense of presence is created in VR when the subconscious senses start to believe the world around them through vision and sound. When the body starts to believe the world around user the mind follows. This creates sense of immersion that ultimately leads to even higher sense of presence.

Presence comes from believing the world that is perceived with our vision and other sensory output is real. This is can be aided by having world that has as specific set of rules that make sense of the world. Sense of presence is a mixture of sensory input and inner psychological state of being. It is created and sustained by the power of immersion.

Mimicking and maintaining the sense of presence is hard in virtual reality. After the initial "Wow!" -effect user's body usually comes accustomed with the virtual world resulting in loss of presence. To counter this, it is crucial to have the user immersed in the world. Immersion comes from having a strong emotional reaction to the task that one is performing and having a reason why they are performing that task. This leads to a flow-state that lessens the requirement for sense of presence. Having immersion requires less from the virtual world because user is deep in the experience itself.

Creating immersion can be divided in to different tasks:

- VR experience must be broad as possible for the senses.
- Virtual movement must match real world movement.
- Create a world that fully surrounds player into 3D sounds and space.
- Let the player affect the virtual world, its activities and future events through interaction.
- Create a story that gives reason to why things are happening, as they are happening, in the virtual world.

The more consistent the VR experience is the easier it is to fool the brain to believe that the world in front of it is real. Usually breaking the consistency breaks the whole VR experience. Human brain is the most powerful tool for crafting VR experiences. Brain attempts to make sense of the world even in cases where there is not much to make sense of. This is why the easiest way to trick the brain is through illusion of presence. There are four illusions of presence that designers can exploit:

- Illusion of being in a stable spatial space
- Illusion of embodiment
- Illusion of physical interaction
- Illusion of social communication

Illusion of being in a stable spatial space is the most important tool for creating sense of presence. This is achieved when the feeling of space is experienced in the same way across the different senses. Having a sense of depth is crucial for this illusion. Technical issues also break this illusion very easily.

Illusion of embodiment comes from having a body in virtual reality that reacts to real world movement. The body doesn't have to be realistic, but it has to match the visuals of the world around it. Illusion can be reinforced by giving physical feedback from interacting with the world. This can for example be haptic feedback from the controller when something is touching users virtual hand.

Illusion of physical interaction comes from interaction with objects of the virtual world giving some sort of physical feedback. Feedback can be visuals, audio cues or haptic feedback. Haptic feedback is the most powerful of these three because, but also the hardest to create.

Illusion of social communication comes from feeling of having a real interaction with character inside the virtual world. It does not matter if the character is controlled by real person or computer. The illusion works best if the interaction with character can accurately copy actual real-world behaviour. The characters or virtual world itself does not have to be realistic as long as the interaction feel real.

Illusions are created with immersion. Breaking the illusion is the most common reason for the whole VR experience to break down. Human brain is quick to notice inconsistencies in the virtual world. Hence is important for designer to know what level of consistency they are signing up for. This is called a fidelity contract. If user can open one drawer they expect to be able to open all drawers in the virtual world. The level of fidelity should always be defined by the needs of the project and the resources available.

It is also good to note that having high sense of presence and immersion doesn't equal realism. Human mind is fast to adapt to the visual world that surrounds it. How we perceive ourselves in real world is always just our brains best interpretation of all the feedback from our senses. These senses are easily fooled. In fact, cartoony graphics tend to be better than realistic graphics in VR because of uncanny valley effect is much stronger in VR.

5 VR Design

Designing applications to VR forces developers to take in to account a completely new way of being and interacting with the surrounding world. VR has some basic guidelines

that should be taken into consideration but not followed slavishly. Special care should be placed in to interaction and UI design, but those will be covered in chapters 6 and 7.

First thing's first. VR is a very young medium. People are not that accustomed with VR and the solutions for interacting it provides. This means that studying existing solutions and expanding upon them is encouraged. Using proven solutions when applied by most of the developers starts to create standards for VR. This leads to more consistent experiences and lower learning curves for users. Not to mention fewer people getting sick from VR sickness which is covered in chapter 9. It is also good to note that the frame rate of 90 fps and lag lower than $< 20\text{ms}$ is not only a general guideline but a proven fact from the manufacturers and should be something to strive for every single moment of the VR experience.

Pacing should be other important thing to keep in mind when designing VR experiences. VR is still new and wondrous to most people. Giving them time to experience the world at their own pace usually adds to the experience itself. It also helps if the virtual world has some resemblance with the real world. The more realistic the world behaves the easier it is for user to learn and feel immersed in.

Virtual reality gives developers possibility to explore new emotions. VR can create sense of empathy that cannot be replicated in any other medium. This happens especially when the characters in the VR world can follow user and look them in the eyes. Using action, excitement and the fight or flight reaction to create experiences is still viable and quite easy to achieve. On the other hand, it is also very easy to overdo.

User exhaustion should also be taken into consideration, both mentally and physically. Checkpoints should be added often, because people find it easier to come back to when they make progression. Exhaustion and nausea are still very common in VR because it requires the whole body. If the experience stops every time for sake of being exhausted or feeling ill, users find it harder to try the experience again if they must start from the beginning every single time and come back to that ill feeling.

5.1 Movement

Movement in VR can be tricky. Hence first thing to consider when making VR experience is to consider if you need movement at all. If yes, then there are two approaches that are viable now: teleportation and hand gestures/dragging. Teleportation is most used in the medium at the moment. It is easy to use because users have no re world experience from using teleportation. There for there is no mental model on how it should feel and hence it doesn't induce nausea. Hand gestures and dragging can make for interesting and innovative ways to move. For example, this could mean that user can either wave their hands back and forth like they would be running or grab on objects and pull themselves forward. Using basic video game controllers is not encouraged because the movement feels very unnatural and can easily induce a sense of nausea. Strafing is probably one of the most important movements to avoid as it is something that feels highly unnatural and can cause feeling of nausea very easily.

Many tools for creating feeling of immersion in first-person shooters should be ignored. Head-bobbing and wavy visual effect should be avoided because players head isn't making the same movement as the virtual world. All together the control over the user's head's motion should never be taken away from the user.

When moving player through virtual space the best way is to add constant speed to the player and have them accelerate and decelerate in an instant. This is because the sensory input between players vision and vestibular system isn't in a mismatch when player is moving at a constant speed. Vestibular system can only sense acceleration and hence not having acceleration the body is quite okay with this very unnatural way of moving.

6 Interaction design

Interaction design is the most important part of VR design. It defines how the world work, what can be done there and how it can be done. The interaction in VR world should feel intuitive and make the world more understandable. The best interactions are created from a coherent language of interaction. Thinking the interaction as a language that has rules also defines what the virtual world does and how it can be interacted with. This form of communication aims to make the simplest language that has the richest interactions. Simple language can be the most diverged way of touching objects in the virtual

world. Simply by grabbing and dragging objects across the virtual world user can have all the needed functionalities of a full software. Having a simple language leads eventually to intuitive controls.

Copying real world interactions works well in VR and is usually good way to create a good interaction language. Real world actions are easily understood by users but for developer it is important to not get stuck on real world restrictions. VR can offer super powers to the user and make many interactions much more pleasurable, so why not go beyond human limits.

6.1 Tools for interaction

Before deciding how you communicate the interactions to the user it is good to know what tools there are available. Interactions in VR can be broken down in to five interactions:

- 6 dimensions of freedom
- Pointers
- Controller input
- Environmental interaction
- Subconscious Control

6 dimensions of freedom regard the space all around user's arm's reach. Pointers can be used as an extension for user's arms. They can be anything from laser pointers to gaze controls. Controller input is the use of the buttons in the VR controller and are used like the control of gamepads. Controller input works well with other interaction methods but rarely on its own. Environmental interaction means voice controls and interaction that doesn't require physical input from the player. Problem for now is the technical requirements and voice recognition short comings, but this is a way of interaction that should be experimented on if possible. Subconscious controls are vision cues, spatial sounds and haptic feedback that the world provides when user is in the world. This uses the data from the virtual world and requires no conscious input from the user. Good example would be using gaze tracking to determine if a visual que should be shown to the user. Using the users gaze can be quite effective because it requires no interaction from the user. Giving feedback from the world with haptics creates a more realistic feel to the world.

Using the hands as controllers is the best way to immerse users into the virtual world. Having hand like controllers instead of virtual versions of the actual controllers evokes creativity when done right. It is good to note that the user's hands are usually in a fist when they are holding the controller. This demonstrates power and encourages interaction by hitting stuff. For more relaxed and creative experience this is not always the best fit. Consider creating virtual hands that give more abstract sense of grasping objects and introduce virtual hand gestures that signify grabbing objects with finger tips. This is seen more of a grip that an artist would use.

When designing interactions designer should take in to account affordance. Affordance declares what is possible in the world and is closely tied to fidelity contract discussed in the chapter 4. Making objects behave and seem more realistic creates an affordance. Affordance creates a promise of interaction. If user sees a door with a doorknob then he assumes that he can use it. Especially if it is possible in somewhere else. If this promise is broken usually the whole VR experience breaks down.

Using haptic feedback as much as possible is also encouraged. Touch defines what is real for humans. All though it is not possible to create actual sense of touch using the haptic vibrations of the controller is the best way to stimulate physical boundaries, restrictions and feel of the virtual world. Haptic interaction can make the most immersed interaction simply by adding different levels of vibration pulses to interactions.

Virtual reality also brings a completely new level of exhaustion to the user experience. Taking this into consideration in interaction design is crucial. Every interaction that requires gestures from the user should be meaningful. Pulling a lever can be fun and rewarding at first but can became tedious and uncomfortable if used excessively. It is good to note that virtual reality is computer generated world. Users delve deep into it and ease of use and enchantment are important factors. Being restricted by real world boundaries can create unnecessary hinderances.

Exhaustion can also be mental. Using VR is usually a completely new experience that requires users to take on new ways of thinking. Amidst trying to make sense of the world they are seeing they are usually required to focus on something that is happening in the world. Having too many things to focus on at once can be very exhausting for the mind. That is why it is important to pay attention to the intuitive controls and well-paced experience.

7 UI Design

Almost anything that is known about UI design in traditional media is irrelevant in virtual reality. VR brings depth into the equation and that is something that now other digital media has had to battle with before. Traditional UI is a window to the virtual world where as UI in VR is part of the world itself. For example, traditional UI usually puts content to the edges of user's vision. Restrictions in VR make this quite impossible as human peripheral vision is unable to detect colours. It is impossible to focus on the edges of the screen because VR has no eye tracking. Hence VR headsets show sharp image only right in front of the user's vision and all information should be placed there.

Best UI could be not having a UI at all. Showing everything as it is actually seen in the world can be quite effective. Why put a marker next to a cup telling how many sips are left when one can just lowering the surface of the drink. These do not always work because user's perception can be limited and the changes in the world too subtle. Whatever the case UI design is usually mixed with traditional game design. It is usually best to put every UI element into the virtual world even when they don't seem realistic. This bounds the user into the virtual world.

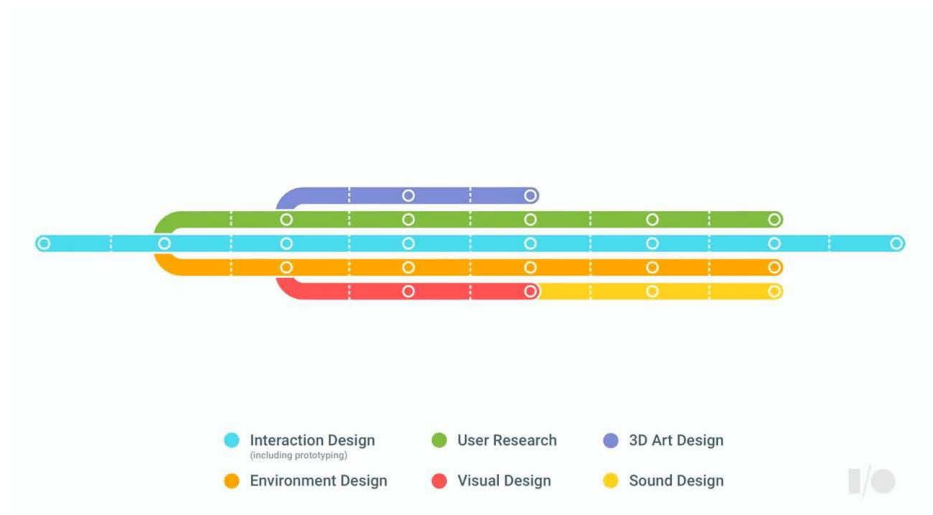
Iterating often and testing in VR is important for UI design because it is impossible to see what work and what does not without actually seeing it in VR. Using real world examples to guide UI design works well when applicable. There's been great care and time spent in creating ergonomic working environments for many cockpits and control panels in real world and these can give great advice for any UI designer.

When designing menus for VR it is usually better to make linear experiences where users goes back and forth the menus. Global menus that have drop down menus and fast access straight to any part of the menu are harder to do well in VR and can be quite exhausting to use. It is also good idea to make menus their own world that is not part of the virtual world where action happens. Using user's back as a backpack that can be either pulled over for access or instantly spawning items is also a good idea because it is a very natural motion.

8 VR Design Process

When designing applications for VR it is always best to start with the interaction design. Interaction design defines what can be done in the world and therefore gives everything else boundaries to work in. Using 2D software to sketch VR design is not a good idea. It will usually be a waste of time because it is never sure if the solution works before it is actually seen in VR. Paper and pen should be the only sketching tool needed. 2D sketches risk broken communication and can never predict the results accurately. That is why the solution should be implemented in VR as fast as possible. It doesn't have to be even close to a finished solution but iterating often yields best results. Picture 3 describes VR design process well and was introduced by Google in their lecture on VR design. The process has six parts:

- Interaction design
- Environment design
- User testing
- Visual design
- 3D art design
- Sound design



Picture 3. Google VR Design Process (Google 2017)

When doing user testing it is good to use VR virgins or "Vrgins" and those most likely to get in VR as Guinea pigs to test the VR experience. Developers are very used to the experience and can't always see all the pitfalls of their design. That is why using those who can't handle VR that well can tell developers valuable information on how their project is working.

9 VR Sickness

VR sickness can be divided into two types. First is VR sickness induced by motion. Motion-based VR sickness comes from sensory mismatch between what user's eyes are seeing and what the vestibular system in person's inner ear feels. This kind of VR sickness can be avoided by either reducing the field of view only to the centre of vision or by instant accelerations. Only the peripheral vision senses movement well and that is why limiting the field of doesn't cause nausea. There is no mismatch between what person sees and what he feels. Instant acceleration takes away the mismatch by not having the mismatch happen at all. Vestibular system doesn't sense speed. It only senses acceleration. This is why constant speed work well in VR.

Other reasons for VR sickness come from technical difficulties. Sometimes when the technology breaks down and there is considerable lag or framerate drops that can cause VR sickness. Other common form of non-motion related VR sickness comes from accommodation vergence mismatch. Human eye focuses on objects via two types of eye movement. Accommodation is done by muscles in the eye that control the shape of the eyes lens according to how close person is looking. Vergence is the eyes ability to look inside and straight ahead according to how close person is focusing their gaze. The accommodation vergence mismatch happens due to the technological limits of VR headsets. The lens of the headset is so close to the eye that when user focuses their eye on the object the vergence is able to focus on the object, but accommodation is focusing on the screen itself. This can create creates strain to the eyes and can cause headache and nausea.

Measuring VR sickness is a great tool for defining how well the project is doing and what kind of progress has been done. The easiest way measure VR sickness is through questionnaire. The Kennedy SSQ (The Kennedy Simulator Sickness Questionnaire) as seen

in picture 4 gives a great tool for defining the cause of nausea all though it is very subjective to user's ability to describe their feelings. The questionnaire defines 16 symptoms that are related to VR sickness:

- General Discomfort
- Fatigue
- Headache
- Eye strain
- Difficulty focusing
- Increased salivation
- Sweating
- Nausea
- Difficulty concentrating
- Fullness of head
- Blurred Vision
- Dizzy (eyes open)
- Dizzy (eyes closed)
- Vertigo
- Stomach awareness
- Burping

These symptoms can be divided into three categories; ocular symptoms, disorienting symptoms and nausea. Ocular symptoms are eye strain, blurred vision, difficulty focusing and headache. Disorienting symptoms are dizziness, sweating, fullness of head and vertigo. Symptoms tied to nausea are nausea, stomach awareness, burping and increased salivation. The questionnaire does not go very deep into the issues causing the symptoms but can give indication on what should be worked on.

VR Sickness Questionnaire

Do you feel that you are in the same state of good health as when you started the experiment?

YES / NO

If you answered no please explain briefly in the space provided below.

For each of the following conditions, please circle how you are feeling right now, on the scale of none to severe.

- | | | | | |
|--|-------------|---------------|-----------------|---------------|
| 1. General Discomfort | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 2. Fatigue (weariness or exhaustion of the body) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 3. Headache | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 4. Eye strain (weariness or soreness of the eye) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 5. Difficulty focusing | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 6. Increased salivation | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 7. Sweating | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 8. Nausea (stomach distress) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 9. Difficulty concentrating | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 10. Fullness of head (sinus pressure) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 11. Blurred Vision | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 12. Dizzy (with eyes open) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 13. Dizzy (with eyes closed) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 14. Vertigo (surroundings seem to swirl) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 15. Stomach awareness (just a short feeling of nausea) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 16. Burping | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |

If you expressed slight, moderate or severe on any of the questions above, please state if you felt that way before using the software and if so, explain how you felt worse after using the system.

Picture 4. The Kennedy SSQ (The Kennedy Simulator Sickness Questionnaire)

Why should anybody care about VR sickness then? VR as an industry is very young. One bad experience doesn't just represent the developer. It represents the industry as a whole. This is why developers should go easy on the users. They are the best PR VR can get right now. It's easy to think about from one's own perspective. Would you recommend something that causes you to become ill to your friends and family?

Sources

- Alger, Mike. 2015a. Visual Design Methods for Virtual Reality. <<https://drive.google.com/file/d/0B19I7cJ7tVJyRkpUM0hVYmxJQ0k/view>>. Updated 2.7.2016 Read 5.2.2018
- Alger, Mike 2015b. Designing VR for Humans. Slideshare.net. <<https://www.slideshare.net/alexandervancooten/designing-vr-for-humans-mike-alger>>. Updated 2.2.2015. Read 5.2.2018.
- Falstein, Noah. 2017. A Game Designer's Overview of the Neuroscience of VR. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=VbrM-yUkHjU>>. Updated 17.10.2017. Viewed 8.3.2018.
- Gilmore, Dan. 2015. Designing UI for VR. 2015. Atomhawk Design. <<https://www.youtube.com/watch?v=4IRhTPQroi0>>. Updated 29.7.2015. Viewed 15.2.2018.
- Google. 2016. VR Design Process - Google I/O 2016. Google Developers. <<https://www.youtube.com/watch?v=-mcXAMDch7s>>. Updated 19.5.2016. Viewed 14.3.2018.
- Howard, John. 2016. UX/UI Design for VR and Mixed Reality. Augmented World Expo. <<https://www.youtube.com/watch?v=hxV-1pJ2hjk>>. Updated 11.8.2016. Viewed 5.3.2018.
- Hunicke, Robin. 2016. Understanding The Body's Role in VR & AR Game Design. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=vTTZSjv9ZBA>> Updated 23.11.2016. Viewed 14.3.2018.
- Jagnow, Rob. 2017. Lessons Learned from VR Prototyping. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=G295PAPzX8>>. Updated 6.2.2017. Viewed 15.3.2018.
- Jerald, Jason 2016. The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. New York, USA: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool.
- Kim, Yeojin. 2017. If At First You Don't Succeed: Top UX Tips & Tricks for VR Designers. Samsung. <<https://www.youtube.com/watch?v=zSfNgs3dMNk>> Updated 19.10.2017. Viewed 13.3.2018.
- Kroll, Riho. 2016. How Crytek Builds 3-Dimensional UI for VR. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=Sq9NOukgXQc>>. Updated 7.6.2016. Viewed 20.2.2018.
- Lewis-Evans, Ben. 2015. Designing to Minimize Simulation Sickness in VR Games. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=2UF-7BVf1zs>>. Updated 15.9.2015. Viewed 8.3.2018.

Malaika, Yasser. 2015. Interaction Design in VR: Valve's Lessons. GDC. <https://www.youtube.com/watch?v=_vQo0ApkAtI&t=231s>. Updated 9.10.2015. Viewed 20.2.2018.

Naylor, Josh. 2016. Unite Europe 2016 - User interface and gameplay design in VR. Unity. <<https://www.youtube.com/watch?v=mHt5epanF2c>>. Updated 21.6.2016. Viewed 20.2.2018.

Northway, Colin, 2016, Fantastic Contraption and why VR Menus Suck. GDC. <https://www.youtube.com/watch?v=ASXST_jyhI4> Updated 26.4.2016. Viewed 13.3.2018.

Ray, Steven. 2017. The Evolution of UX in Virtual Reality. Dialexa. <<https://by.dialexa.com/evolution-ux-virtual-reality>>. Updated 18.8.2017. Read 20.2.2018.

Voll, Kimberley 2016. This is Your Brain on VR: A Look at The Psychology of Doing VR Right. GDC. <<https://www.youtube.com/watch?v=-owQfn-iYQw>> Updated 13.4.2016. Viewed 8.3.2018.

Yu, Agatha. 2017. Designing the Language of VR Experiences. Ubisoft Toronto. <<https://www.youtube.com/watch?v=-L1QTA-HQ-I>>. Updated 31.10.2017. Viewed 13.3.2018.

Esitelmä: Guide to VR Design

GUIDE TO VR DESIGN

A brief guide for understanding the special needs of VR design

FORGET ANYTHING YOU KNOW

NEW PLATFORM FOR MEDIA

- VR replaces user's senses
- VR surrounds player in a virtual world
- Interaction is done in a completely new way
- Unprecedented sense of immersion and presence when done right

VR CONTENT ZONES

VR CONTENT ZONES

- VR has technical limitations
- Human has physical limitations
- These combined create restrictions and guidelines on where content should be put in the VR world

- Current VR-system can portray depth accurately to 10m distance
- After 20m depth perception is lost completely



Source: Mike Alger Designing VR for Humans:
<https://www.slideshare.net/alexandervancooten/designing-vr-for-humans-mike-alger>

VR CONTENT ZONES 1/2

- No-no Zone (0 – 0.5 metres from the users head)
 - Area that should never have anything permanent on it.
 - Forces user's eyes to cross
 - Can be used to get user's attention
- Comfortable Content Zone (0.5 – 20 metres. 70° FoV(Field ofView))
 - Area that user can see without turning their head
 - Almost all content should be placed within this area.

VR CONTENT ZONES 2/3

- Peripheral Zone (70° - 105° FoV)
 - Area at the edges of user's vision
 - User must rotate their head to see here clearly
 - Some useful interactions can be placed here, but over usage and longed exposure can cause strain the neck
- Curiosity zone (105°< FoV)
 - Area behind user's vision
 - Requires player to rotate their whole body to see
 - Shouldn't be used for interaction that constantly requires user to turn

VR CONTENT ZONES 3/3

- Content should be placed according to the desired action
- Personal space (< 2 m)
 - Everything around user's arm reach
- Action space (2-20m)
 - Area is the area that user can traverse around quickly and communicate easily with objects within the are
- Vista space (>20m)
 - Area that has very limited interaction with player

PRESENCE & IMMERSION

PRESENCE

- **Presence comes from**
 - Believing that the world that is perceived with our vision and other sensory output seems real
 - Having a world that has as specific set of rules.
- **Sense of presence is**
 - Mixture of sensory input and inner psychological state of being
 - Is created and sustained with the power of immersion

IMMERSION 1/2

- **Immersion comes from having**
 - Strong emotional reaction to a task they are performing
 - That has a story behind
- Creates a flow state
- **Having immersion requires less from the virtual world**

IMMERSION 2/2

- **How to create immersion**
 - The VR experience has to be broad as possible for the senses.
 - Virtual movement has to match real world movement
 - Create a world that fully surrounds player into 3D sounds and space
 - Let the player affect the virtual world, its activities and future events through interaction
 - Create a story that gives reason to why things are happening, as they are happening, in the virtual world.

BRAIN AND VR

- **Most powerful tool for crafting VR experiences**
- Brain attempts to make sense of the world even in cases where there isn't much to make sense of
- **The more consistent the VR experience is the easier it is to fool the brain**
 - Breaking the consistency breaks the whole VR experience
- Easies way to fool the brain is through illusions

ILLUSIONS OF PRESENCE

- **Illusion of being in a stable spatial space**
 - Most important tool for creating sense of presence
 - Space seems real when the feeling of space is experienced the same way across different senses
- **Illusion of embodiment**
 - Having a body that reacts to real world movement in virtual reality gives
 - Doesn't have to be realistic!
- **Illusion of physical interaction**
 - Interacting with object gives some sort of physical feedback
 - Visual
 - Audio cue
 - **Haptic feedback** (most powerful)
- **Illusion of social communication**
 - Feeling of having a real interaction with a other person
 - Works best if interaction can accurately copy actual behaviour
 - World itself doesn't have to feel real

BREAK THE ILLUSION = BREAK THE EXPERIENCE

PRESENCE + IMMERSION != REALISM

CARTOONY GRAPHICS OVER REALISTIC =
AVOID UNCANNY VALLEY
(OR DO IT REALLY REALLY WELL)

VR DESIGN

COPY WITH PRIDE

- Study existing solutions
- Expand upon them
- **Creates standards for VR**
- Lowers learning curve

GENERAL GUIDELINES 1/2

- **Keep the experience simple**
 - Easier to implement
 - Easier to understand
- **Tie virtual world to real world**
 - Easier to learn
- **Explore new emotions**
 - Can create sense of empathy that cannot be replicated in any other media

GENERAL GUIDELINES 2/2

- **Beware of action and Horror**
 - Easy to produce → Immersion
 - Easy to over do → Immersion
- **Slow the pace down**
 - Requires whole body → Exhaustion
 - New and magical → Let users explore
- **Keep the experience short**
 - Hard to comeback if user always stop from exhaustion or nausea and has to start all over again

**FRAME RATE >90FPS
LAG <20MS
CONSTANTLY!**

MOVEMENT 1/2

- IS MOVEMENT REQUIRED?
- **Two methods:**
 - Teleport
 - Most used at the movement
 - Easy to use because
 - Hand dragging/gestures
 - More natural
 - Room for creativity
- Or something completely different

MOVEMENT 2/2

- **Joystick based movement doesn't work**
 - Proven to be the worst option
 - Strafing movement is causes nausea
- **Don't take head control away from the user**
- **Don't use constant speed**
- **Head bob effects and wavy movement don't work in VR**

INTERACTION DESIGN

INTERACTION DESIGN 1/2

- Most important aspect of VR design
- Interaction should be intuitive
- Defines how world works, what can be done there and how it can be done

- Create a language for interaction
 - Defines the what the world does and how it works
 - Create the richest interactions with least amount of effort
 - = intuitive controls

INTERACTION DESIGN 2/2

- Copying real world interactions is good
- But remember to go beyond that → Why not give user super powers?
- And don't get stuck on real world restrictions

TOOLS FOR INTERARCTION

- **6 dimensions of freedom**
 - Everything within the personal space and at hand reach
- **Pointers**
 - Extend user's reach
 - Laser pointers
 - Gaze cursors
- **Controller input**
- **Subconscious controls**
 - Vision cues
 - Spatial sounds
 - Haptic feedback

HAND AND INTERACTION

- Consider the position of the hands
 - Hands always in a fist
 - Demonstrates power and encourages to hit stuff
 - For experience that requires creativeness not the best suited grip
- Consider giving player virtual hands that enable creativity

AFFORDANCE

- Affordance declares what is possible in the world
- Making objects behave and seem realistic creates an affordance
- Affordance creates a promise of interaction
- And if promise is broken the experience is broken

HAPTIC FEEDBACK

- Touch defines what is real to them
- Haptic feedback is the best way for creating immersive interaction

UI DESIGN

ALMOST NOTHING UI DESIGNERS
KNOW WORKS HERE

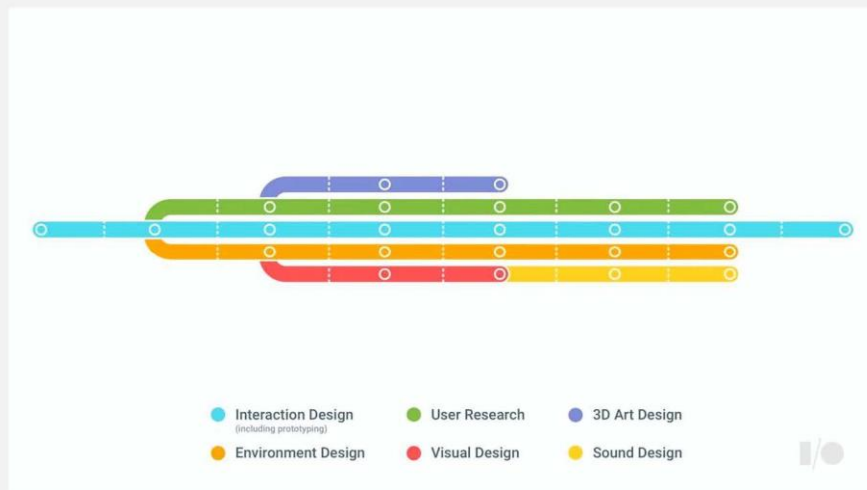
UI DESIGN 1/2

- **UI is part of the world**
- Best UI could be no UI at all
 - Show everything as it could be seen in the real world
- **Information should be placed in the middle of the screen** (between 5° and 30° vs. putting information on the edges of the screen)
- **Vision doesn't notice colours and detail on the edges of vision**
- Iterate often to see what works
- Use real world examples where possible (ex. fighter cockpits)

UI DESIGN 2/2

- Menus should be created linear
- Create own world for menus
- Use back of the head as a space to store items or backpack.

VR DESIGN PROCESS



Source: Google. 2016.VR Design Process - Google I/O 2016.
<<https://www.youtube.com/watch?v=mcXAMDch7s>>

VR SICKNESS

MOTION SICKNESS

- Comes from sensory mismatch of what the eyes see and what the inner ear feels (vestibular system)
 - This is why limiting FoV while moving doesn't induce VR-sickness
 - Centre of vision doesn't sense movement the same way that the peripheral vision does = no sensory mismatch
 - Accelerating instantly to constant speed limits sensory mismatch to such short moment that nausea has no time to develop

VR DESIGN PROCESS

- Always start with interaction
 - Defines what you can do in the world
- Never sketch with anything other than pen and a paper
 - Will be waste of time
 - Can't communicate and predict how the solution actually works in VR
- Get solution to VR-platform asap!
- Test often!

OTHER FORMS OF VR SICKNESS

- **Accommodation vergence mismatch**
 - <https://vrwiki.wikispaces.com/Vergence%E2%80%93accommodation+conflict>
 - Screen closer than object really is preventing accommodation from focusing correctly while vergence works like its supposed to
- Screen flickering and blurriness
 - Technical issues that can be fixed by following general guidelines

MEASURING VR SICKNESS

Good way to
benchmark the
progress made while
developing project

VR Sickness Questionnaire

Do you feel that you are in the same state of good health as when you started the experiment?

YES / NO

If you answered no please explain briefly in the space provided below.

For each of the following conditions, please circle how you are feeling right now, on the scale of none to severe.

1. General Discomfort	none	slight	moderate	severe
2. Fatigue (weariness or exhaustion of the body)	none	slight	moderate	severe
3. Headache	none	slight	moderate	severe
4. Eye strain (weariness or soreness of the eye)	none	slight	moderate	severe
5. Difficulty focusing	none	slight	moderate	severe
6. Increased salivation	none	slight	moderate	severe
7. Sweating	none	slight	moderate	severe
8. Nausea (stomach distress)	none	slight	moderate	severe
9. Difficulty concentrating	none	slight	moderate	severe
10. Fullness of head (sinus pressure)	none	slight	moderate	severe
11. Blurred Vision	none	slight	moderate	severe
12. Dizzy (with eyes open)	none	slight	moderate	severe
13. Dizzy (with eyes closed)	none	slight	moderate	severe
14. Vertigo (surroundings seem to swirl)	none	slight	moderate	severe
15. Stomach awareness (just a short feeling of nausea)	none	slight	moderate	severe
16. Bumping	none	slight	moderate	severe

If you expressed slight, moderate or severe on any of the questions above, please state if you felt that way before using the software and if so, explain how you felt worse after using the system.

WHY CARE?

- Young industry = One experience represents the whole industry
- Would you recommend something that made you sick to your friends and family?

THANK YOU!

VR-pahoinvointikysely

VR Sickness Questionnaire

Do you feel that you are in the same state of good health as when you started the experiment?

YES / NO

If you answered no please explain briefly in the space provided below.

For each of the following conditions, please circle how you are feeling right now, on the scale of none to severe.

- | | | | | |
|--|-------------|---------------|-----------------|---------------|
| 1. General Discomfort | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 2. Fatigue (weariness or exhaustion of the body) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 3. Headache | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 4. Eye strain (weariness or soreness of the eye) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 5. Difficulty focusing | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 6. Increased salivation | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 7. Sweating | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 8. Nausea (stomach distress) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 9. Difficulty concentrating | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 10. Fullness of head (sinus pressure) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 11. Blurred Vision | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 12. Dizzy (with eyes open) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 13. Dizzy (with eyes closed) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 14. Vertigo (surroundings seem to swirl) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 15. Stomach awareness (just a short feeling of nausea) | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |
| 16. Burping | <i>none</i> | <i>slight</i> | <i>moderate</i> | <i>severe</i> |

If you expressed slight, moderate or severe on any of the questions above, please state if you felt that way before using the software and if so, explain how you felt worse after using the system.