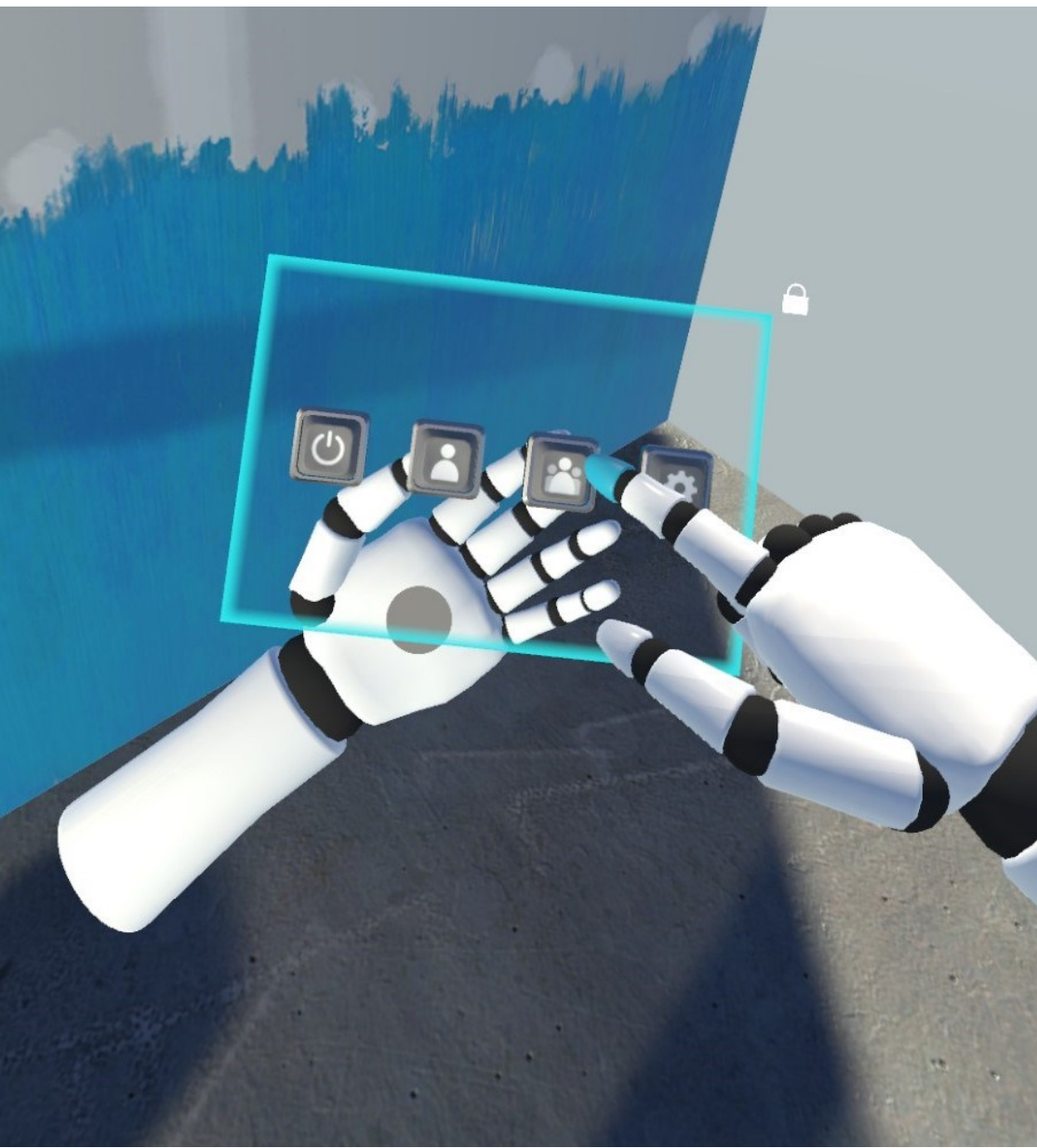


Veeti Hietala

Käsiin liitetyt käyttöliittymät virtuaalitodellisuudessa



Tradenomi
Tietojenkäsittely
Syksy 2022



KAMK • University
of Applied Sciences

Tiivistelmä

Tekijä(t): Hietala Veeti

Työn nimi: Käsiin liitetyt käyttöliittymät virtuaalitodellisuudessa

Tutkintonimike: Tradenomi (AMK), tietojenkäsittely

Asiasanat: Virtuaalitodellisuus, käyttöliittymä, sovellus, pelit

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia virtuaalisten käsien ja niihin liitettyjen käyttöliittymien vaikutusta käyttäjäkokemukseen. Työ keskittyi pääosin käyttäjän käsiin liitettyihin käyttöliittymiin, mutta tutkitut aiheet liittyivät myös käyttöliittymiin yleisesti.

Virtuaalitodellisuus tuo mukanaan täysin uusia haasteita liittyen käyttöliittymän suunnitteluun ja toteutukseen. Työssä tutkittiin eri VR-sovellusten käyttöliittymiä ja käytiin läpi ongelmia, kuten VR-laitteiden näyttöjen tarkkuus ja linssien aiheuttama kuvan vääristyminen. Näiden ongelmien vuoksi käyttöliittymiä joudutaan uudelleenjärjestelemään, skaalaamaan ja jopa käyttäjän katsetta täytyi osata ohjata. Googlen kehittäjät ovat luoneet myös uuden kulmayksikön, jota he hyödyntävät käyttöliittymän tekstin optimaalisen koon laskemiseen.

Käytännön toteutuksen tavoitteena oli luoda käyttöliittymä ottaen huomioon teoriaosuudessa tutkittujen käyttöliittymien hyvät ja huonot puolet. Työ toteutettiin luomalla esimerkki käteen liitetystä käyttöliittymästä Unity-sovelluksella. Käyttöliittymän toteutus onnistui hyvin ja siinä huomattiin VR-sovelluskehityksen ainutlaatuiset haasteet. Käyttöliittymän ergonomia ja visuaalisen ilmeen luettavuus osoittautuivat erityisen tärkeiksi seikoiksi toteutuksen edetessä.

Tutkimuksen tulos oli, että hyvän käyttöliittymän suunnitteleminen ja toteutus on entistä vaikeampaa virtuaalitodellisuudessa. Virtuaalitodellisuuden käyttöliittymissä näkyy usein pieniä ja joskus suurempia ongelmia, jotka haittaavat käyttäjäkokemusta. Virtuaalitodellisuus mahdollistaa kuitenkin uudenlaisia tapoja olla vuorovaikutuksessa sovellusten kanssa.

Abstract

Author(s): Hietala Veeti

Title of the Publication: Hand-Attached User Interfaces in Virtual Reality

Degree Title: Bachelor of Business Administration, Business Information Technology

Keywords: Virtual reality, user interface, application, games

The purpose of this work is to study the virtual hands and hand-attached user interfaces and their effect on the user experience. The paper mainly focuses on user interfaces connected to the user's hands, but the researched topics are also related to interfaces in general.

Virtual reality brings with it entirely new challenges related to user interface design and implementation. The paper studies the user interfaces of different VR applications and problems such as the resolution of virtual reality devices and image distortion caused by the lenses used in them. Interfaces must be rearranged, scaled, and even the user's gaze needs to be guided because of these problems. Google developers also created a new angular unit that they utilize to calculate the optimal size of the UI text.

The objective of the practical part was to create a user interface while taking into account the pros and cons of the interfaces studied. The work was carried out by creating an example of a hand-attached user interface with Unity. The creation of the user interface was successful and revealed the unique challenges of VR development. The ergonomics of the user interface and readability of the visuals proved to be particularly important aspects as the implementation progressed.

The result of the study was that designing and implementing a good user interface is even more difficult in virtual reality. Virtual reality interfaces often show small and sometimes large problems that hinder the user experience. However, virtual reality enables new ways of interacting with applications.

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Käyttöliittymä	2
2.1	Käyttöliittymät videopeleissä	2
3	Virtuaalitodellisuuden käyttöliittymät	4
3.1	Rec Room -pelin käyttöliittymä.....	5
3.2	Echo VR -pelin käyttöliittymä.....	6
4	VR käyttöliittymän suunnittelun ja toteutuksen haasteet	7
4.1	Virtuaalitodellisuuden uudet haasteet	7
4.2	Haasteiden ratkaiseminen.....	9
5	Käsien seuranta	11
6	Virtuaalitodellisuuden käsiin liitetyn käyttöliittymän toteutus.....	12
6.1	Projektin aloitus	12
6.2	Käyttöliittymän perustoiminnot.....	13
6.3	Käyttöliittymän avaaminen	16
6.4	Käden animaatiot ja fyysiset painikkeet.....	18
6.5	Audiovisuaalinen ilme	21
7	Pohdinta	24
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

Symboliluettelo

DMM	Googlen kehittäjien suunnittelema kulmayksikkö
Diegeettinen	Käyttöliittymä, joka on osa pelimaailmaa
GUI	Graphical user interface, graafinen käyttöliittymä
HDRP	High definition render pipeline, korkealaatuinen piirtomoottori
Hitbox	Muoto, joka määrittää objektin törmäysalueen, törmäyslaatikko
Immersio	Sovelluksen maailmaan uppoutumisen tunne
SDK	Software development kit, ohjelmiston kehitystyökalu
TUI	Text-based User Interface, tekstipohjainen käyttöliittymä
UI	User interface on ohjelmiston osa, jonka kanssa käyttäjä on vuorovaikutuksessa, käyttöliittymä
Unity	Yksi suosituimmista pelimoottoreista, jolla käytännön toteutus on tehty
URP	Universal render pipeline, yleinen piirtomoottori
VR	Virtual Reality, virtuaalitodellisuus

1 Johdanto

Tämän työn tavoitteena on tutkia virtuaalisten käsien ja käyttöliittymien vaikutusta virtuaalitodellisuuden käyttäjäkokemukseen. Työssä tarkastellaan erityisesti erilaisten käsiin liitettyjen käyttöliittymien vaikutuksia siihen. Virtuaalitodellisuus (engl. Virtual reality) eli VR on suuri askel sovelluskehitys ja pelialalla ja se mahdollistaa täysin uusia tapoja olla vuorovaikutuksessa sovellusten kanssa. Mahdollisuuksista riippumatta on koettu huonoja kokemuksia käyttöliittymien kanssa. Tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat virtuaalitodellisuuden käyttöliittymäsuunnitteluun ja keksiä ratkaisuja uusiin ongelmiin.

Ennen virtuaalitodellisuuden kuluttajille tarkoitettujen tuotteiden yleistymistä on ollut ratkaisuja, kuten Nintendo Wii ja X-Box Kinect. Kyseiset laitteet olivat suosittuja hetken aikaa, mutta niiden suosio hälveni uutuudenviehätyksen laskiessa. Virtuaalilasien lisäämä sovelluksen maailmaan uppoutumisen tunne eli immersio ja siellä ympärilleen katseleminen ovat täysin eri tasolla, kuin edessä olevan ruudun katsominen. [1.]

Virtuaalitodellisuuden sovellukset, joita ei ole mahdollista kokea perinteisillä laitteilla, ovat tärkeitä kehityksen kannalta. Esimerkki tällaisesta sovelluksesta on peli nimeltä Beat Saber. Kyseisessä pelissä käyttäjä ei paina näppäimiä, vaan hänen vuorovaikutuksensa pelin kanssa tapahtuu heiluttamalla käsiään ja kehoaan. Tällaiset sovellukset hyödyntävät virtuaalitodellisuuden mahdollisuuksia uusin tavoin. [2.]

Useat virtuaalitodellisuuden sovellukset hyötyvät sen vapaudesta ja peliin uppoutumisen tunteesta. Ne eivät kuitenkaan usein hyödynnä teknologian kaikkia mahdollisuuksia. Sovellusten alue, jossa on paljon kehitettävää, on niiden käyttöliittymät, jotka ovat pakollinen osa jokaista sovellusta. Sovellusten kehittäjät joutuvat keksimään uusia ratkaisuja käyttöliittymien toteuttamiseen, sillä käyttäjien syöttötavat ovat täysin erilaisia kuin ennen.

Tavoitteena on luoda mahdollisimman intuitiivisesti käytettävä käyttöliittymä ja tutkia sen suunnittelun ja toteutuksen haasteita. Käyttöliittymä luodaan Unity-pelimootorilla, sillä se sisältää kaikki tarvittavat ominaisuudet. Käyttöliittymää testataan kohdeyleisöllä, jonka perusteella havaitaan käyttöliittymän käytettävyyden ongelmat.

2 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä (engl. User interface) eli UI on laitteen tai ohjelmiston osa, jonka avulla käyttäjä syöttää ja vastaanottaa tietoa. Alun perin käyttöliittymät olivat tekstipohjaisia (engl. Text-based user interface) eli TUI. [3.] Tekstipohjaisen käyttöliittymän käyttäminen voi olla nopeaa ja tehokasta, jos käyttäjä tietää tarvittavat komennot. Tekstipohjaiset käyttöliittymät soveltuvat hyvin kokeneiden tehokäyttäjien tarpeisiin, mutta ne eivät toimi moniin nykyajan tarkoituksiin. [4.]

Sovellukset, kuten videopelit ja tekstinkäsittelyohjelmistot, hyödyntävät graafista käyttöliittymää (engl. Graphical user interface) eli GUI. Graafinen käyttöliittymä hyödyntää muun muassa painikkeita ja kuvakkeita toteuttamaan käskyjä tekstin sijaan. Niiden käyttäminen on hyvin käyttäjäystävällistä, sillä ne on helppo oppia, ymmärtää ja käyttää. Graafinen käyttöliittymä ei kuitenkaan takaa samaa vapautta tai tehokkuutta kuin tekstipohjainen käyttöliittymä. [5.]

2.1 Käyttöliittymät videopeleissä

Videopelien käyttöliittymät pyrkivät kertomaan käyttäjälle sillä hetkellä tärkeimmät tiedot. Esitetty tieto riippuu pelin genrestä, eli ammutapeleissa käyttäjälle näytetään yleensä jäljellä olevien luotien ja elämäpisteiden määrä, kun taas ajopeleissä näytetään ajoneuvon nopeus ja tulevat käännökset. Pelatessa tiedonsaannin nopeuden ja selkeyden tarve voimistuvat, sillä sen saamatta jääminen voi johtaa häviöön. Videopeleissä on yleensä myös valikoita, joiden sisältö ei ole yhtä kiireellistä kuin pelin aikana näkyvä käyttöliittymä. [6.] Kuvassa 1 Apex Legends -pelin käyttöliittymä, jossa on useita yleisiä käyttöliittymän elementtejä [7].



Kuva 1. Apex Legends -pelin käyttöliittymä [7].

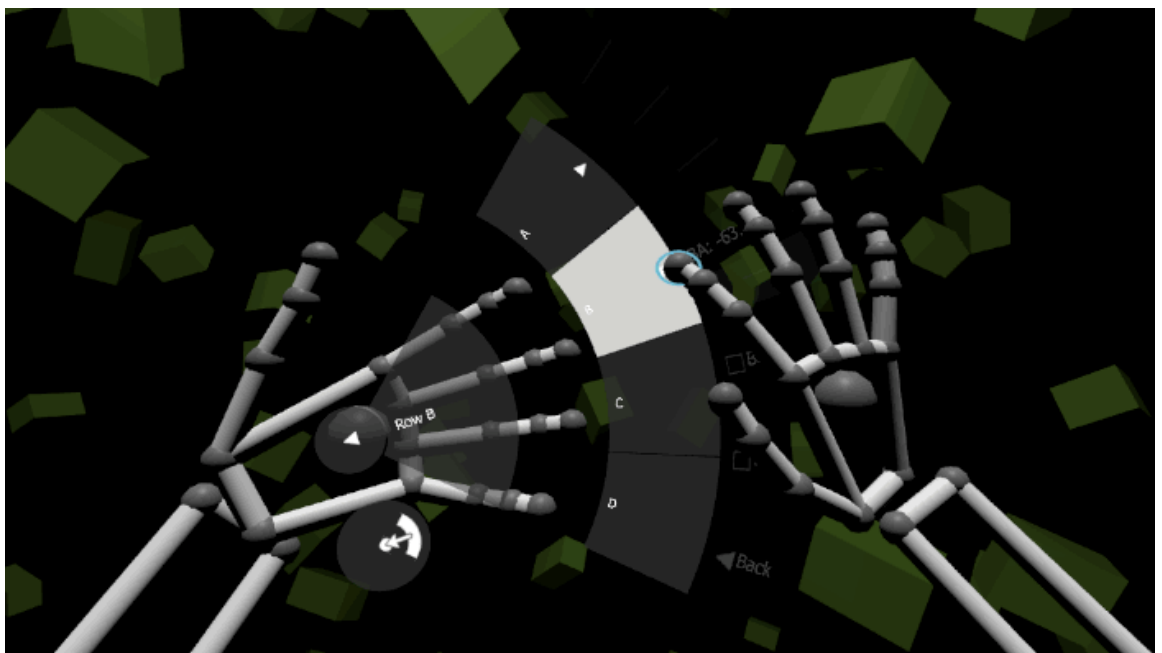
Staattiset käyttöliittymät ovat käyttäjälle koko ajan näkyvissä. Tällaisia elementtejä ovat usein peleissä käyttäjän elämäpisteet tai jäljellä olevien ammusten määrä kuten kuvassa 1. Dynaamiset käyttöliittymät muuttuvat esimerkiksi pelin tai pelihahmon tilanteen muuttuessa. Kuvassa 1 esimerkki dynaamisesta käyttöliittymästä on tapahtumalista, joka tulee hetkellisesti näkyviin tiettyjen tapahtumien jälkeen. The Legend of Zelda: Breath of the Wild -pelissä käyttäjän kestävyysmittari (engl. Stamina gauge) on toinen esimerkki dynaamisesta käyttöliittymän elementistä. Afterthoughts niminen Youtube-kanava julkaisi yksityiskohtaisen analyysin kyseisestä käyttöliittymäelementistä. Videossa verrataan Breath of the Wildin toteutusta kestävyysmittarista muihin peleihin ja käsitellään muun muassa värien ja animaatioiden vaikutusta käyttöliittymän käyttäjäkokemukseen. [8.]

Käyttöliittymän toteutuksella on suora vaikutus sovelluksen käyttäjäkokemukseen. Käyttöliittymän suunnitteluvaiheessa täytyy ottaa huomioon, mitkä valinnat helpottavat tai vaikeuttavat sen käyttöä. Yleisesti huomioon otettavia asioita ovat käyttöliittymän toiminnallisuus, visuaalinen ilme ja sijainti. Käyttöliittymän täytyy olla avuksi käyttäjälle, eikä se saa häiritä käyttäjäkokemusta. Hitaat, liian pienet tai monimutkaiset käyttöliittymät vaikuttavat käyttäjäkokemukseen negatiivisesti. [9.]

3 Virtuaalitodellisuuden käyttöliittymät

Hyvin toteutetun käyttöliittymän käyttäminen on mukavaa ja helppoa. Sama pätee virtuaalisessa todellisuudessa, mutta sellaisen suunnitteleminen on entistä vaikeampaa. Uuden teknologian tuomat haasteet, kuten käytettävyys ja tarkkuus ovat vain osa tulevista haasteista. Käyttöliittymä täytyy suunnitella täysin uusin tavoin, sillä käyttäjä ei istu suorakulmion muotoisen ruudun edessä, kuten aina ennen. [10]. Tämä kuitenkin avaa uusia mahdollisuuksia, kuten kaarevat tai leijuvat käyttöliittymän elementit [11].

Käyttöliittymän laatiminen virtuaalitodellisuuden sovellukseen voi olla erittäin haastavaa, sillä käyttäjän näkökulma ja tarkkuus voivat vaihdella suuresti käyttäjien välillä [11]. Suuri ongelma on, että staattinen käyttöliittymä voi olla häiritsevää ja rikkoa käyttäjän tuntuman pelimaailmaan. Virtuaalitodellisuuden vapaus avaa myös mahdollisuuksia keksiä todella luovia ja luonnollisen oloisia käyttöliittymiä. Diegeettiset käyttöliittymät ovat käyttöliittymiä, jotka ovat osa pelimaailmaa eikä vain sen päällä. Virtuaalitodellisuudessa diegeettisyys tehostaa immersion tunnetta. Sitä hyödyntäen voi vähentää muun käyttöliittymän tarvetta ja sen lukeminen on käyttäjälle luontevampaa. [10.] Käyttäjän käsien mukana liikkuvat käyttöliittymät avaavat uusia ulottuvuuksia käyttöliittymän toteutukseen. Kuvassa 2 on esimerkki luovasta käsiin liitetystä käyttöliittymästä. Zach Kinstner loi käyttöliittymän Hover UI Kit -työkalulla, jonka hän rakensi dynaamisten VR-käyttöliittymien luomista varten. [12.]



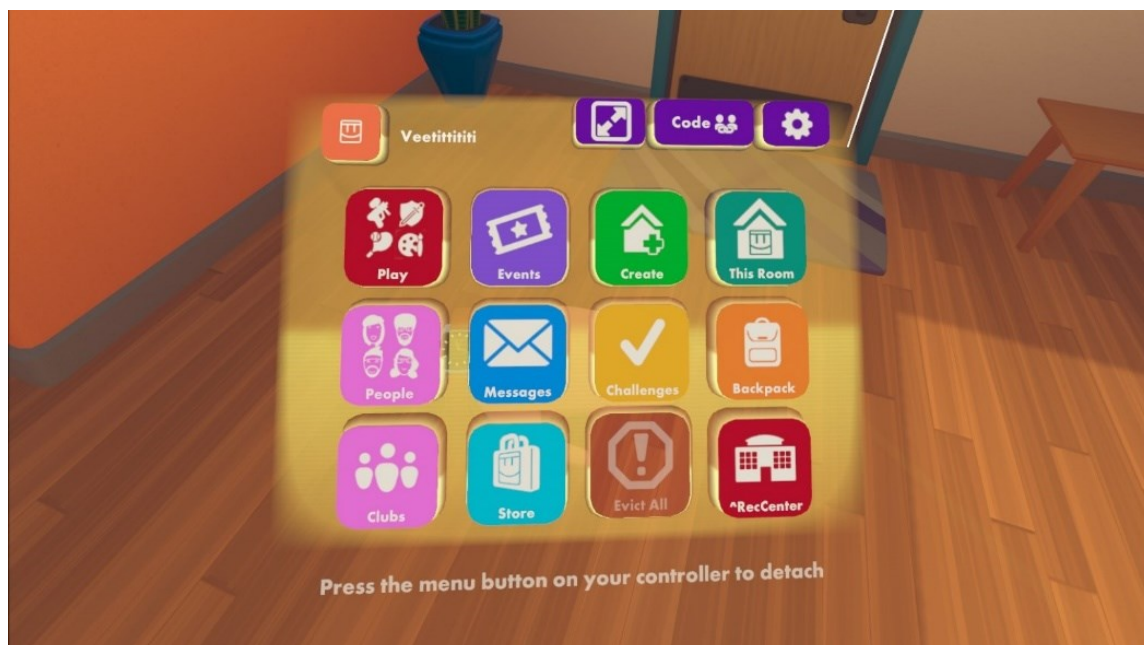
Kuva 2. Esimerkki Hover UI Kit -käyttöliittymästä [12].

Tavat olla vuorovaikutuksessa käyttöliittymän kanssa ovat myös täysin uudistuneet. Useat virtuaalitodellisuuden sovellukset käyttävät vieläkin laserosoitin tyylistä käyttöliittymää etenkin päävalikoissaan, vaikka käyttöliittymät voisivat olla kirjaimellisesti käsinkosketeltavissa [13]. Fysiikoita käyttävät vuorovaikutukset ovat myös vielä alihödynnettyjä.

Stuttgartin yliopistossa tutkittiin, miten virtuaalitodellisuuden käsien sukupuoli tai visuaalinen ilme voivat vaikuttaa käyttäjän syventymisen tunteeseen. Tutkimuksessa ei käsitelty kaikkia mahdollisia tekijöitä, kuten käsien ihonväriä tai havaittua ikää. Siinä kuitenkin todettiin, että kädet, jotka eivät vastaa käyttäjän tottumuksiin, voivat vähentää käyttäjän immersiota. [14.]

3.1 Rec Room -pelin käyttöliittymä

Kuvassa 3 on Rec Room -pelin kelloon liitetty käyttöliittymä. Käyttöliittymän painikkeita voi käyttää toisen käden sormesta lähtevällä laserosoitimella tai sormella koskettaen. Sen suuret kuvakkeet ja painikkeet toimivat hyvin, mutta peli ei estä vahingollisia painalluksia millään tavoin. Käyttöliittymä on todella kattava ja se sisältää paljon eri sivuja ja niiden takaa löytyviä välilehtiä. Sen värit ovat selkeät ja erottelevat painikkeiden aihepiirit. Käyttöliittymä sijaitsee ranteen ulkopuolella, kuten kello, mutta sen saa irrotettua kädestä, jolloin se jää leijumaan yhteen kohtaan. [15.]



Kuva 3. Kuvankaappaus Rec Room -pelin kellon käyttöliittymästä.

3.2 Echo VR -pelin käyttöliittymä

Echo VR -pelissä käyttäjällä on pelin aulassa yksinkertainen käyttöliittymä, jonka painikkeita käytetään etusormella koskettaen. Käyttöliittymä avataan sormea liu'uttaen kuvassa 4 näkyvää kuvaketta ja sen sulkeminen tapahtuu heittämällä ikkuna pois. Käyttöliittymä ei ole kiinnitetty käteen, mutta se on siirrettävissä ja käytettävissä molemmilla käsillä. [16.]



Kuva 4. Echo VR -käyttöliittymän avaaminen liu'uttamalla.

Kuvassa 5 näkyvä Echo VR -käyttöliittymä on hieman vastakohtainen Rec Room -kellon käyttöliittymään verrattuna. Rec Room -käyttöliittymä sisältää kaikki painikkeet, joita käyttäjä tulee tarvitsemaan. Echo VR on ottanut eri lähestymistavan eli henkilökohtaisessa käyttöliittymässä on vain pelin aulaan liittyviä asetuksia. Pelin muut asetukset löytyvät sen päävalikosta, eivätkä ne ole käytettävissä aulaan liittymisen jälkeen. [16.]



Kuva 5. Kuvankaappaus Echo VR -pelin käyttäjän henkilökohtaisesta käyttöliittymästä.

4 VR käyttöliittymän suunnittelun ja toteutuksen haasteet

Virtuaalitodellisuus tuo mukanaan täysin uusia haasteita vanhojen lisäksi. Osa haasteista alkaa tavoista, joilla eri käyttäjät käyttävät laitteistoa. Laitteet tuovat myös esiin käyttäjien fyysiset erot, kuten silmien etäisyys toisistaan ja matkapahoinvoinnille altistuminen. Uusiin haasteisiin joudutaan keksimään myös uudenlaisia ratkaisuja. [17; 18.]

Joost Peters kertoo 2016 vuoden VRDC-puheessaan kohtaamistaan ongelmista suunnitellessaan käyttöliittymää pelille Landfall [10]. Googlen käyttöliittymän tuotekehittäjät Chris McKenzie ja Adam Glazier kertovat myös heidän innovatiivisista ratkaisuistaan Googlen I/O '17 -puheessaan [11].

4.1 Virtuaalitodellisuuden uudet haasteet

Virtuaalilasien näytöt ovat suuri ongelma, sillä niiden tarkkuus voi riippua jopa käyttäjän kasvopiirteistä. Usein vain näyttöjen keskikohdat ovat täysin selkeitä, sillä näytöt ovat tasaisia ja käyttäjän katse ohjataan lasisten linssien avulla. Tämä myös tarkoittaa, että käyttöliittymää ei voi asettaa ruudun kulmiin, kuten ennen vanhaan. Näytöt ovat myös todella lähellä käyttäjän silmiä, joten jopa näytöt, joiden tarkkuus on paljon normaalia näyttöä suurempia, voivat olla todella paljon sumeamman näköisiä. Käyttöliittymän elementit, jotka ovat käyttäjälle tarkalla alueella, saattavat estää käyttäjän näkyvyyden pelistä. Kuvassa 6 näemme esimerkin Petersin luomasta käyttöliittymästä, joka sijoittuu vain tälle alueelle. [10.]

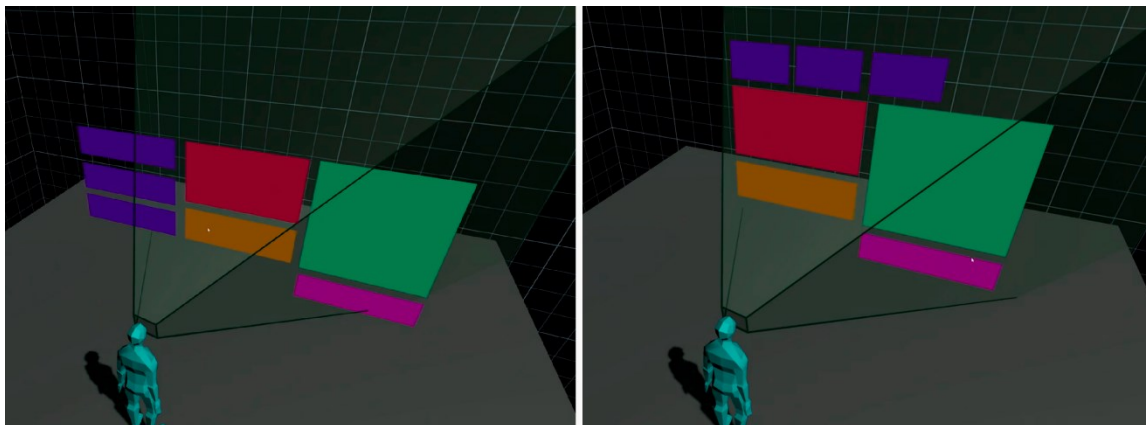


Kuva 6. Alue, johon käyttäjä voi keskittää katseen [10].

Kuvan mukainen käyttöliittymä estäisi käyttäjän näkyvyyden peliin täysin. Hänen testiensä mukaan käyttäjät myös kääntävät päätään, mikäli he yrittävät lukea tekstiä tämän alueen ulkopuolella, täten työntäen tekstiä pois päin. [10.]

Peters totesi, että kaikkien käyttöliittymän elementtien täytyy olla 3D-maailmassa ja että niiden piirtojärjestyksellä on suuri merkitys. Käyttöliittymän elementtien piirtäminen maailman päälle ei ole järkevää virtuaalisessa todellisuudessa. [4.] Käyttöliittymän olemisesta osana maailmaa on joskus jopa hyötyä, sillä se voi olla käyttäjän ohjattavissa, jolloin hän voi katsoa suoraan jokaista kohdetta kohti ja vaikuttaa elementtien kokoon tai paikkaan. Josh Corviniuksen tekemä prototyyppi on hyvä esimerkki tällaisesta käyttöliittymästä. Se hyödyntää myös käyttäjän eleitä ja katsetta innovatiivisin tavoin. [19.]

Käyttöliittymissä halutaan usein näyttää mahdollisimman paljon tietoa kerralla, mikä johtaa sen ahtauteen. Virtuaalilasien näkökentän tarkka alue suosii kuitenkin suurta tekstiä tai kuvakkeita ja helposti osuttavia painikkeita. Täten käsiin liitetyt käyttöliittymät toimivat hyvin, sillä ne ovat yleensä pieniä, mutta lähellä käyttäjää. Kaikkien käyttöliittymän elementtien pitäisi olla näkyvissä yhtä aikaa ja vaatii joskus niiden uudelleen asettelua, kuten kuvassa 7. [13.]



Kuva 7. Käyttöliittymän uudelleen järjestäminen käyttäjän näkökenttään [13].

4.2 Haasteiden ratkaiseminen

Käyttöliittymän haasteiden ratkaiseminen ei ole helppoa ja vaatii paljon työtä. Ratkaisut löytyvät suurella määrällä iterointia ja kokeilemalla kaikkia ideoita. Tutkimustensa perusteella Peters mainitsi VRDC-puheessaan laatimansa sääntölistan, jota hän pyrki seuraamaan koko tuotannon ajan. [10.] Googlen kehittäjät kertoivat, miten heidän vanhat tekniikkansa ja työkalunsa eivät aina soveltuneet virtuaaliodellisuuden käyttöliittymän kehitykseen. He keksivät jopa uuden yksikön, jota he käyttivät käyttöliittymän koon laskemiseen. [11.]

Tärkeimmät säännöt olivat käyttöliittymän elementtien asetteleminen sinne, missä käyttäjä niitä tarvitsee, käyttäjän katseen kohdistaminen, käyttöliittymän piirtäminen kaiken päälle tai liittämisen kameraan ei ole sallittua. Täten näistä tuli ongelmia, jotka Petersin tuli ratkaista pelin kehityksen aikana.

Petersin sääntölista koostui neljästä säännöstä, joita pyrki seuraamaan kehityksen aikana. Hänen sääntölistansa oli:

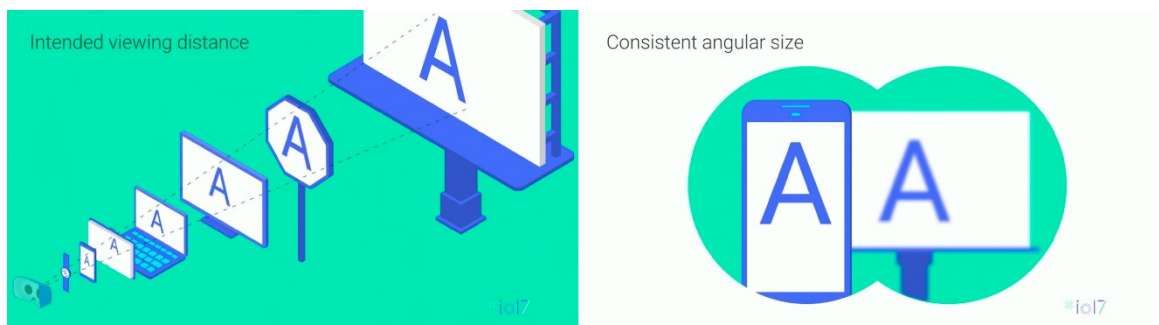
1. Käyttöliittymän elementtien asetteleminen paikkoihin, joissa käyttäjä niitä tarvitsee.
2. Ohjaa käyttäjän katsetta, kun tarpeellista.
3. Älä piirrä käyttöliittymää kaiken päälle.
4. Älä kiinnitä käyttöliittymää kameraan.

Hän joutui välillä rikkomaan joitain sääntöjään, mutta keksi silloin sopivia kompromisseja. [10.]

Käyttöliittymän elementtien asettelemiseen oikeisiin paikkoihin ei ollut suurempia ongelmia, mutta se täytyy pitää mielessä suunnittelun aikana. Käyttäjän katseen ohjaaminen tapahtuu useimmiten animaatioiden avulla. Esimerkiksi käyttäjän kuollessa hänen ruudulleen tulee viiva, joka siirtyy käyttäjän kuolinpaikasta hänen uudelleensyntymissijaintiinsa. Kun käyttäjä avaa valikon, se ilmestyy hänen eteensä ja siirtyy animaation avulla oikeaan paikkaansa. Käyttöliittymän elementtien piirtäminen kaiken päälle oli suuri ongelma, jonka ratkaisu sisältää joitain uhrauksia. Jotkin elementit voitiin asettaa maailmaan ilman suurempia ongelmia, mutta osa elementeistä vaikuttaa jopa pelin ympäristön suunnitteluun. Täten suurten esineiden asettelemista elementtien ympärille täytyi välttää kenttäsuunnittelussa. Maailmassa olevien elementtien kokoa täytyi myös suurentaa kameran etäisyyteen nähden. Käyttöliittymän kiinnittäminen kameraan -sääntö muuttui suurten kameraan liitettyjen elementtien välttämiseksi. [10.]

Osaan ongelmista ei ollut täydellistä ratkaisua, joten Petersin täytyi rikkoa laatimiaan sääntöjä. Hyvä esimerkki näistä ovat elementit, jotka täytyy piirtää kaiken päälle. Kyseiset elementit ovat todella pieniä tai hieman läpinäkyviä. Efekti on helposti ymmärrettävä ja hyvä ratkaisu vaikeaan ongelmaan. Joitain elementtejä on myös pakko piirtää kameraan liitettynä, mutta ne on pidettävä pois tieltä ja ilman tekstiä. [10.]

Chris McKenzie kertoo osiossaan, kuinka he ratkaisivat virtuaalitodellisuuden tekstin luettavuuden ongelman. Lisäksi hän kertoo ratkaisuja muihinkin käyttöliittymän suunnitteluun kuuluvista haasteista. Hänen jälkeensä Adam Glazier kertoo, kuinka konsepteja hyödynnetään käytännössä. He keksivät "Distance-independent millimeter" tai dmm:t. Dmm on kulmayksikkö, jota voidaan käyttää käyttöliittymän elementtien koon laskemiseen niiden etäisyyden perusteella. Kuten kuvasta 8 näkyy, heidän tavoitteenaan oli pitää eri ruutujen tekstit samankokoisina niiden tarkoitetun katsomisetaisyyden päästä. He eivät halunneet käyttää valmiiksi olemassa olevia mittayksiköitä, sillä jokaisessa vaihtoehdossa oli joitain rajoituksia. Esimerkiksi asteita on vain 360, ellei halua käyttää sotkuisia ja vaikeasti muistettavia desimaaleja. [11.]



Kuva 8. Tekstin koko riippumatta näytön koosta tai etäisyydestä [11].

5 Käsien seuranta

Käyttäjän käsien seuranta on seuraava askel virtuaaliodellisuuden kehityksessä. Se perustuu käyttäjän käsien seurantaan ohjainten sijaan. Täten ohjaimia ei tarvita ja toimintoja voidaan määrittää käsien liikkeille, kuten matkapuhelimella kahden sormen nipistäminen supistaakseen näky-
mää. Eleiden käyttäminen vapauttaisi käyttäjän kätet ja tekisi ohjattavuudesta intuitiivisempaa, sillä käyttäjät ovat tottuneet käyttämään matkapuhelimia ja kannettavien tietokoneiden kosketuslevyjä.

Vaikka käsien seuranta on voimakas teknologia, ohjaimet tulevat olemaan vallitseva tapa ohjata sovelluksia vielä pitkään. Syitä tähän on painikkeiden tarve sovelluksissa ja nopean sekä luotettavan seurannan tarve peleissä. Ohjainten seuranta on nopeampaa, sillä ne sisältävät sensoreita, kuten kiihtyvyyssanturit ja liikkeentunnistimet, jotka laskevat ohjainten liikkeen nopeasti. Kameran myös seuraavat ja korjaavat ohjainten tekemät virheet, mikä tekee sijainnin seuraamisesta luotettavaa.

Valven vuonna 2018 julkaisemaan Index-järjestelmään kuuluvat Knuckles-ohjaimet ovat käsien ja ohjainten seurannan välimalli. Ohjaimet sisältävät 87 sensoria, joista osa seuraa sormien liikettä, kosketusta ja voimaa. Valven mukaan sormien seuranta parantaa käyttäjän mahdollisuutta uppoutua peliin. Sormien seuranta mahdollistaa useiden eri eleiden ja ilmaisujen tekemisen käsillä, täten lisäten myös sanattoman viestinnän merkitystä. [20.]

6 Virtuaalitodellisuuden käsiin liitetyn käyttöliittymän toteutus

Käytännön toteutuksen tavoitteena oli luoda käsiin liitetty käyttöliittymä, jonka käyttäminen on mahdollisimman luontevaa ja ergonomista. Toteutuksessa tutkittiin käyttöliittymän suunnittelu-prosessissa tehtyjen päätösten vaikutusta käyttäjäkokemukseen. Esimerkkejä tällaisista ovat käyttöliittymän sijainti suhteessa käyttäjän käteen ja käyttöliittymän painikkeiden luettavuus.

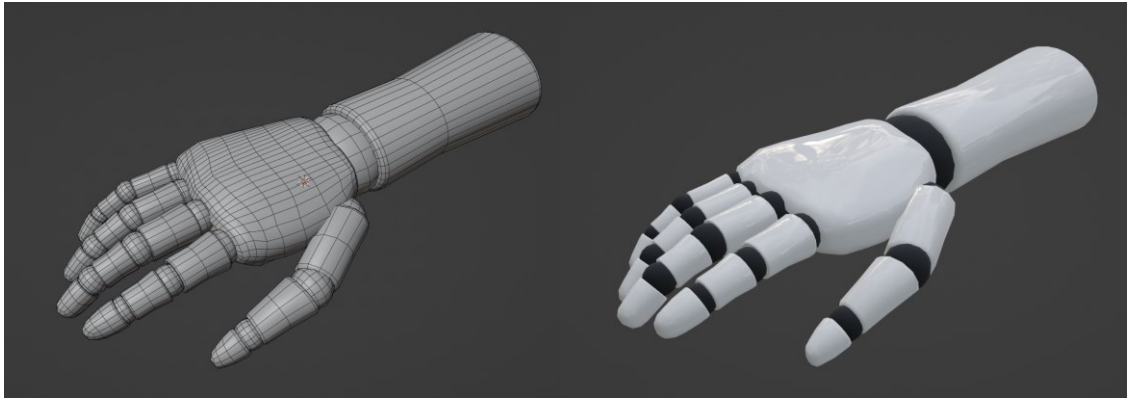
Toteutuksessa käytettiin Unity-pelimoottoria. Pelimoottori valittiin, sillä se on suhteellisen yksinkertainen ja sisältää toteutukseen tarvittavat työkalut. Unity on myös todella suosittu pelimoottori, jonka vuoksi verkosta löytyy paljon informaatiota ja opastusvideoita. Suurimpaan osaan vastaan tulevista ongelmista löytyy vastaus esimerkiksi Stack Overflow -nettisivulla, minkä käyttäjät voivat kysyä apua ongelmiinsa. Täten ratkaisujen löytäminen ongelmiin on usein helpompaa kuin muilla vastaavilla pelimoottoreilla.

6.1 Projektin aloitus

Toteutus aloitettiin valitsemalla projektipohja Unityn sisäänrakennetuista vaihtoehdoista. Nämä pohjat toimivat usein hyvänä kokeilualustana erilaisille prototyypeille. Unityssä ei kuitenkaan ole vielä VR-pohjaa, joten vaihtoehdoista sopivimmat vaihtoehdot olivat High Definition Render pipeline eli HDRP ja Universal Render Pipeline eli URP. Kyseisten pohjien ero on niiden käyttämä renderöintitapa. HDRP:llä on mahdollista luoda visuaalisesti näyttävämpi lopputulos, mutta se myös vaatii enemmän tehoa laitteelta. Käytännön toteutukseen valittiin URP, sillä prototyypin ulkonäöllä ei ole suurta merkitystä ja se on kevyempi laitteelle.

Virtuaalitodellisuuden laitteiden käyttäminen Unityssä on hyvin yksinkertaista. Pelimoottorin sisäisestä Package Managerista löytyy tarvittava ohjelmiston kehitystyökalu eli SDK, joka sisältää kaikki virtuaalitodellisuuden sovelluksen kehitykseen tarvittavat ominaisuudet. Kun Unityyn on lisätty tarvittavat SDK:t, voidaan ympäristöön lisätä XR Origin -objekti. Tämä objekti määrittää käyttäjän pään sijainnin ja ominaisuudet virtuaalimaailmassa. [21.]

Seuraavaksi käyttäjälle luotiin käsiobjektit, jotka seuraavat ohjainten liikettä ja virtuaalisten painikkeiden painalluksia. Kuvassa 9 Blender-sovelluksella luotu käden 3D-malli. Malli luotiin tuomaan immersion tunnetta ja sitä hyödynnetään toteutuksen myöhemmässä vaiheessa.



Kuva 9. Käden 3D-malli.

6.2 Käyttöliittymän perustoiminnot

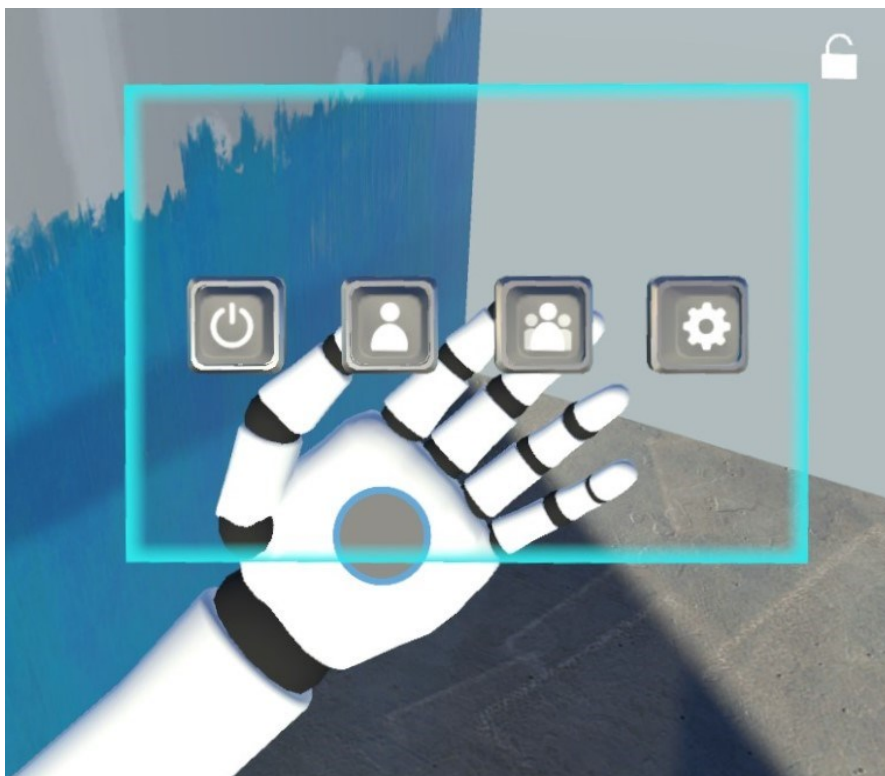
Käyttäjän käsien luomisen jälkeen oli vuorossa käyttöliittymän luominen. Ensimmäisenä testattiin, mikä on ergonomisin sijainti käyttöliittymälle. Tämä aloitettiin lisäämällä kolme eri sijaintivaihtoehtoa. Ensimmäinen testattu sijainti on, kuten käyttäjä katsoisi rannekelloa. Kyseinen toteutus on hyvin yleinen ja sitä käytetään esimerkiksi pelissä Rec Room. Toinen vaihtoehto on asetettu siten, että se muistuttaa matkapuhelimen katsomista. Ranteen sisäpuolelle sijoitettu käyttöliittymä on kolmas vaihtoehto, josta löytyi esimerkkejä verkosta [22].

Rannekello käyttöliittymän hyvät puolet ovat sen intuitiivisuus ja avaamisen mahdollisuudet. Käyttäjä ei yleensä käännä rannetta kasvojaan päin pelatessaan pelejä, mikä mahdollistaa käyttöliittymän avaamisen rannekellon katsomista muistuttavalla liikkeellä. Sijainti ei kuitenkaan ole ergonomisesti hyvä, sillä käyttäjä joutuu nostamaan ja kääntämään kyynär- ja olkapäätänsä paljon. Asento saattaa tuottaa epämukavuutta ja joillekin käyttäjille jopa kipua olkapäähän tai kyynärvarteen. Kuvassa 10 esimerkki käyttöliittymästä rannekelloa muistuttavassa sijainnissa.



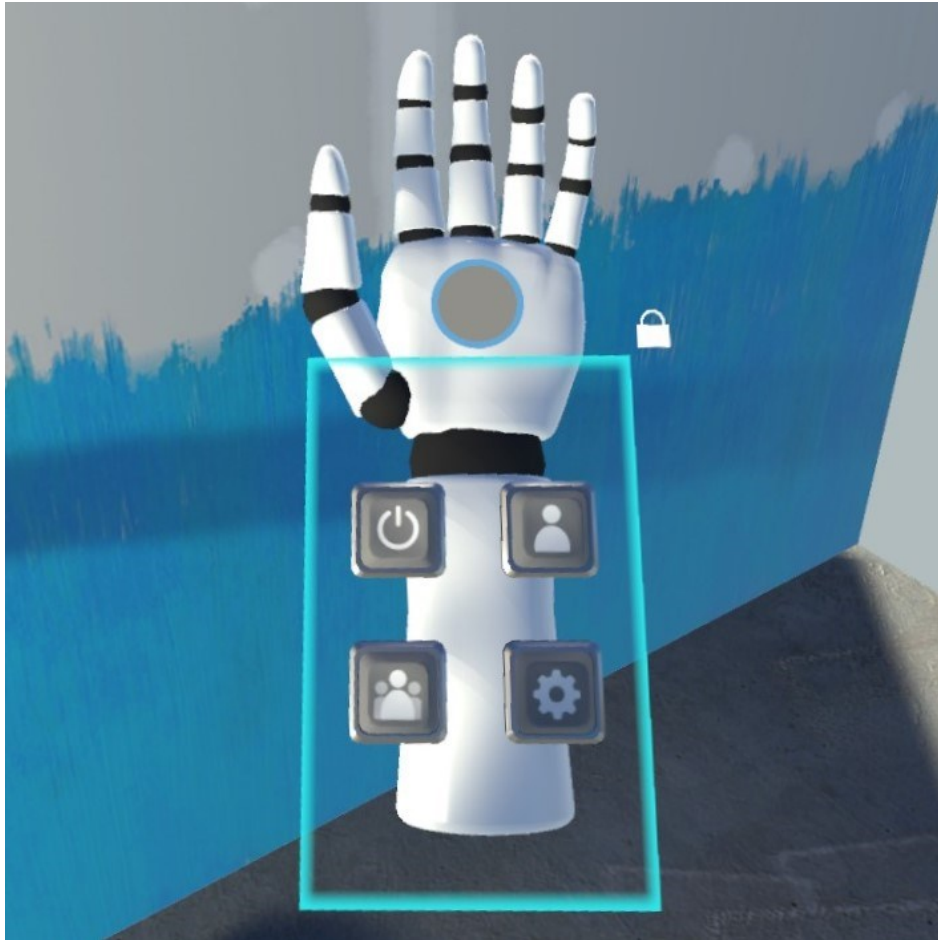
Kuva 10. Käyttöliittymä rannekelloa muistuttavassa sijainnissa.

Kuvassa 11 matkapuhelimen katsomista muistuttavaan sijaintiin asetettu käyttöliittymä. Kyseinen asento on hyvin ergonominen. Käyttöliittymän asettaminen 45 asteen kulmaan vähentää kyyrärvarren nostamisen tarvetta ja olkapään rasitusta huomattavasti. Käden saa myös siirrettyä kauemmas kasvoista, mikäli käyttöliittymä on suuri. Käyttöliittymän käyttäminen kyseisessä asennossa on hyvin intuitiivista, sillä se muistuttaa matkapuhelimen käyttöä.



Kuva 11. Matkapuhelimen käyttöä muistuttava käyttöliittymä.

Yllä mainituista kokeiluista huomattiin, että ranteen sisäpuolelle asetettu käyttöliittymä on huomattavasti ergonomisempi kuin sen ulkopuolelle sijoitettu. Kuvassa 12 on esimerkki käyttöliittymän asettamisesta pystyasentoon, jolloin se asettuu ranteen sisäpuolelle kyynärvarren mukaisesti. Kyseinen asento pitää kyynärvarren lähempänä kehoa, mutta se pakottaa käden todella lähelle käyttäjän silmiä.



Kuva 12. Ranteen sisäpuolelle asetettu käyttöliittymä.

Käyttöliittymien koko ei ole rajoitettu niiden nimiensä mukaisille alueille, mutta niiden laajentaminen on silti rajoitettua. Käyttöliittymiä testatessa huomattiin, että rannekellon ja pystyssä olevia käyttöliittymiä ei voinut laajentaa yhtä paljon, kuin matkapuhelinta muistuttavaan asentoon sijoitettua. Matkapuhelin asento ei rajoita käyttöliittymän kokoa huomattavasti, sillä kättä on hyvin helppoa liikuttaa kyseisessä asennossa.

6.3 Käyttöliittymän avaaminen

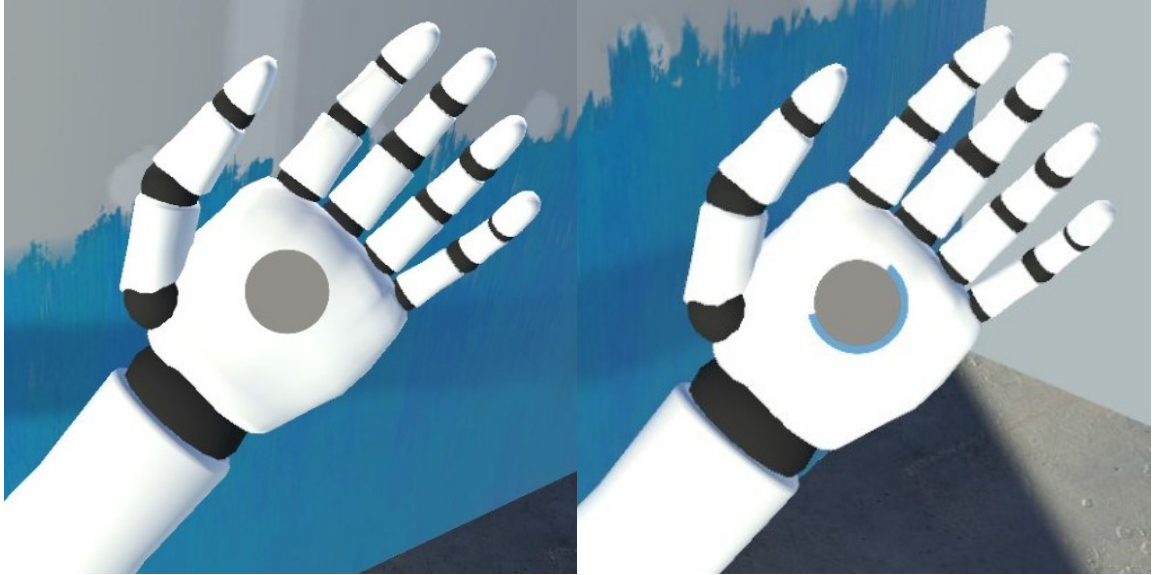
Käyttöliittymän avaamiseen on monia vaihtoehtoja, joista otettiin vertailuun kolme vaihtoehtoa. Valitut vaihtoehdot ovat ohjaimen näppäimellä, käden liikkeellä ja käyttäjän katseella avattava käyttöliittymä. Nämä vaihtoehdot ovat yleisesti käytettyjä ja täten valmiiksi tuttuja useille käyttäjille.

Aluksi käyttöliittymä avautui ohjaimen näppäimen painalluksella, sillä se on vaihtoehdoista ylivoimaisesti yksinkertaisin luoda. Näppäimen käytössä on kuitenkin useita puutteita, kuten sen vaatima painike. Virtuaalitodellisuuden ohjaimissa ei ole suurta määrää näppäimiä, joten ne haluttiin säästää tärkeämpiä toimintoja varten. Käyttäjä saattaa myös avata käyttöliittymän, kun se ei ole ruudulla, jolloin käyttäjä ei edes huomaa sen auenneen. Tällöin käyttäjä saattaa painaa siellä olevia asetuksia vahingossa. Näppäin on lisäksi epäintuitiivinen ja käyttäjä voi unohtaa, mikä ohjaimen näppäimistä avaa käyttöliittymän. Näppäimen hyviä puolia ovat sen käytön nopeus ja vain yhden käden vaatiminen.

Liikkeellä avattava käyttöliittymä voi muistuttaa esimerkiksi kännykän lukituksen avaamista, jonka vuoksi se on hyvin intuitiivinen [23]. Kyseistä toteutusta käytetään pelissä Echo VR. Tällainen liike vaatii käyttäjältä molemmat kädet ja paljon liikettä. Jos käyttöliittymä täytyy avata usein, voi liike tuntua vaivalloiselta. Sen käyttäminen on hieman hitaampaa kuin näppäimen, mutta nopeus on käyttäjän hallinnassa.

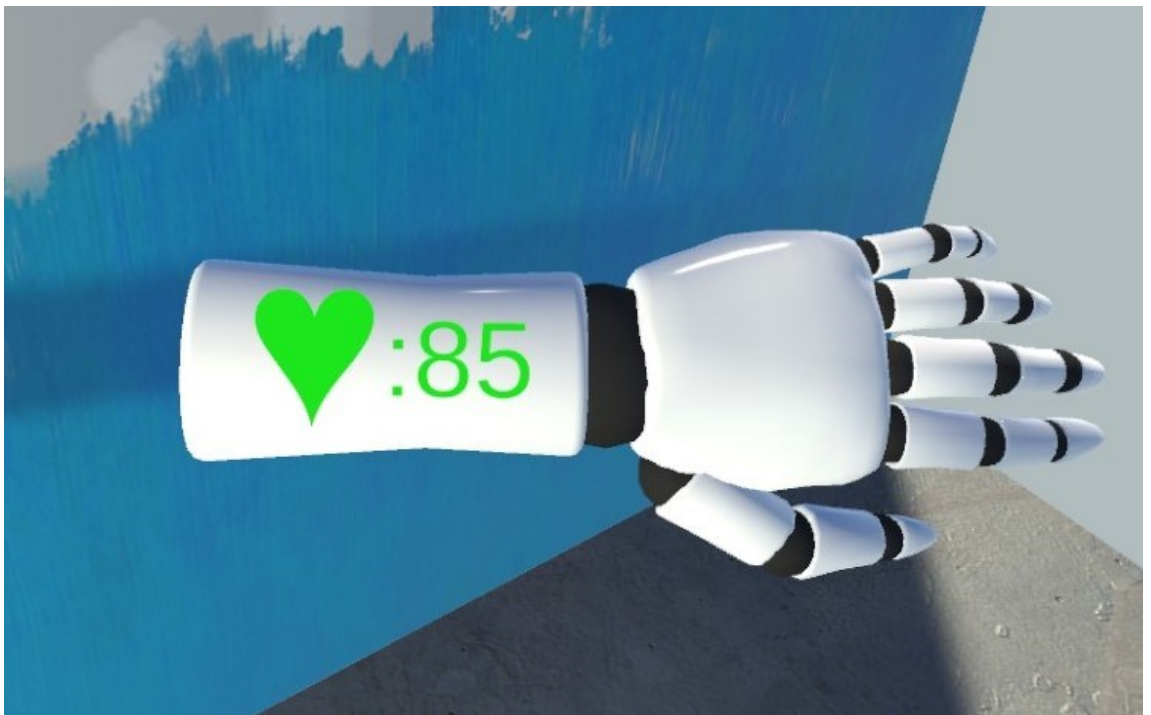
Käyttäjän katsetta hyödyntävä käyttöliittymä on myös yleinen ja jäljittelee usein rannekellon katsoamista. Toteutus vaatii vain yhden käden ja on hyvin intuitiivinen käyttää. Tämä on kuitenkin vaihtoehdoista hitain avata, sillä toteutuksessa täytyy olla varma, että käyttäjä haluaa avata käyttöliittymän.

Toteutuksessa käytettiin katseella avattavaa käyttöliittymää, sillä haluttiin säästää ohjaimen näppäimiä ja välttää molempien käsien käyttöä. Yleensä katseella avattavat käyttöliittymät avautuvat rannekelloa katsoen, mutta käyttöliittymän sijainnin vuoksi se avautuu kämmenen sisäpuolella olevasta merkistä. Kuvassa 13 kuvake, jota käyttäjän täytyy katsoa hetki avatakseen käyttöliittymän. Käyttöliittymä myös sulkeutuu automaattisesti, kun käyttäjä ei enää katso sitä. Käyttöliittymän sulkeutuminen auttaa välttämään vahingollisia painalluksia ja varmistaa, että se ei tule käyttäjän eteen pelatessa.



Kuva 13. Kämmeneen asetettu kuvake, jonka katsominen avaa käyttöliittymän.

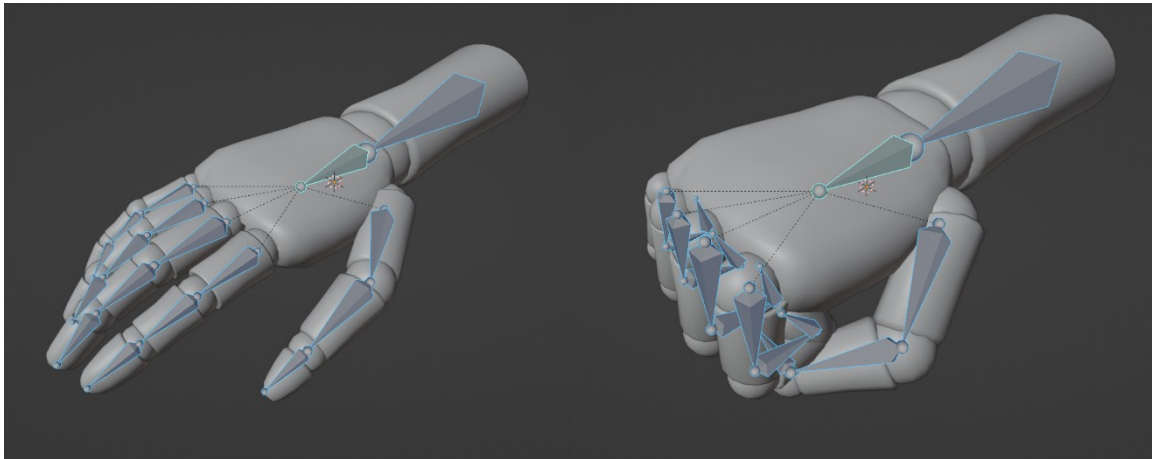
Katseella toimivan käyttöliittymän avaaminen jatkuvasti olisi vaivalloista tai liian hidasta nopea-tempoisessa pelissä. Tämän vuoksi käyttöliittymään lisättiin pienempi lisäikkuna, jossa voidaan näyttää käyttäjälle tärkeimmät tiedot ilman pääikkunan avaamista. Lisäikkunassa ei ole painikkeita, joita käyttäjä voisi painaa vahingossa. Se myös sijaitsee käyttäjän ranteen toisella puolella, jotta se ei häiritse pelin aikana. Kuvassa 14 esimerkki käyttöliittymän lisäikkunan käytöstä.



Kuva 14. Käyttöliittymän lisäikkuna.

6.4 Käden animaatiot ja fyysiset painikkeet

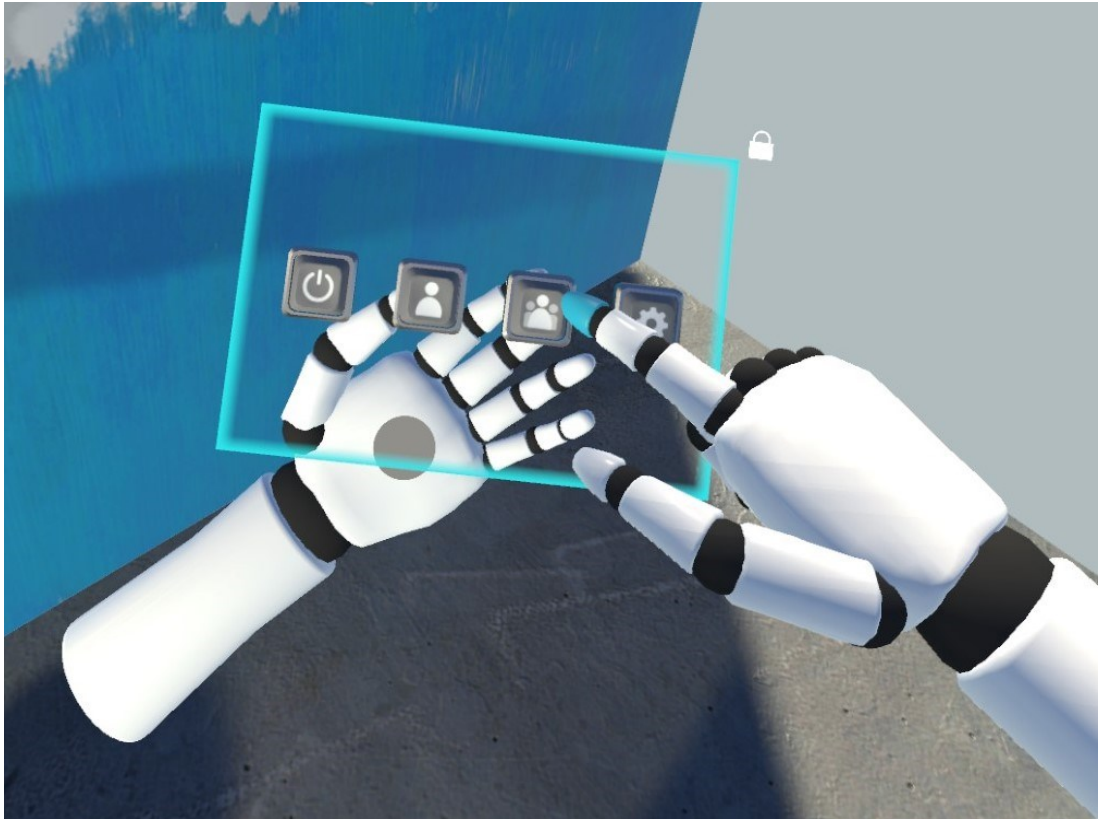
Toteutuksen seuraavassa vaiheessa kädelle luotiin luut, jotta se voidaan animoida. Animaatio luotiin käyttäen Blender-sovellusta. Kädelle tarvitsee luoda vain yksi animaatio, joka alkaa aukinai-sesta ja päättyy nyrkissä olevaan asentoon. Kuvassa 15 näkyvät käsi ja sen luut molemmissa asen-noissa.



Kuva 15. Käden luut sulkemisanimaatiossa.

Kun animaatio on luotu, se voidaan tuoda Unityyn. Unityssä mallille luodaan eri avatar -maskeja, jotka määrittävät, mihin sormiin ohjaimen näppäimet vaikuttavat. Animaatioita ohjataan käyt-täen parametrejä, jotka kertovat animaatio-ohjaimelle, missä asennossa käden kuuluu olla.

Animaation parametrejä käytetään myös asettamaan käden etusormeen asetettu törmäyslaa-tikko eli hitbox päälle, jotta sormea voidaan käyttää painamaan käyttöliittymän painikkeita ns. fyysisesti. Törmäyslaatikko on käyttäjälle näkymätön muoto, jota pelimoottori käyttää määrittä-mään objektien väliset törmäykset [24]. Etusormen törmäyslaatikko voisi olla päällä koko ajan, kuten pelissä Echo VR, mutta testatessa kyseistä peliä huomattiin, että se tuottaa joitain ongelmia käyttöliittymän käytössä. Suurin ongelma on tahattomat painallukset. Niitä voi tapahtua, kun siir-tää käyttöliittymää, unohtaa sen olevan päällä tai siirtyy painamaan eri painiketta kuin mihin etu-sormi osuu. Nämä tahattomat painallukset voidaan välttää asettamalla sormi päälle vain, kun käsi on tietyssä asennossa. Kuvassa 16 käyttäjän sormeen lisätty visuaalinen efekti, joka on aktiivinen vain, kun sormi toimii käyttöliittymän painikkeiden painamiseen.



Kuva 16. Sormenpään efekti sen ollessa aktiivinen.

Painikkeiden fyysinen toiminnallisuus ei kuitenkaan toimi ilman ohjelmakoodia, joka määrittää, milloin niitä voidaan painaa ja sitä seuraavan tapahtuman. Koodi tunnistaa, kun jokin objekti koskettaa painiketta ja tarkistaa objektin tiedot. Mikäli objekti on määritetty sormeksi, se suorittaa painikkeelle määritetyn tapahtuman.

Painikkeiden ohjelmoinnin jälkeen sama toiminnallisuus lisättiin liikusäätimiin. Niiden toiminnallisuutta täytyi suunnitella pidempään, sillä niiden käyttäytymiselle on enemmän vaihtoehtoja. Mahdolliset tavat toteuttaa liikusäätimet olisivat tässä tapauksessa:

- Laserosoitinta käyttämällä
- Sormella liu'uttaen
- Liikusäätimen kahvasta kiinni ottaen toisella näppäimellä sormen törmäyslaatikon ollessa aktiivinen.

Laserosoitin oli valmiiksi projektissa, sillä aluksi kaikki käyttöliittymät käyttivät sitä. Hyviä puolia laserosoitimen käytöstä ovat sen käytön ja luomisen helppous. Sille on suoraan tuki Unityssä,

joten se ei vaadi erillistä ohjelmakoodia. Laserosoitin-tyylissä käsi pysyy kaukana käyttöliittymästä, minkä vuoksi sitä on epätarkempi käyttää. Jopa pienet liikkeet voivat siirtää osoittimen pois kahvan päältä vahingossa. Tämän vuoksi laserosoittimelle testattiin ohjelmakoodilla luotua ominaisuutta, joka suurentaa kahvan käyttöaluetta siksi ajaksi, kun käyttäjä pitää siitä kiinni. Täten liikusäätimistä voidaan tehdä pienempiä, joka säästää tilaa käyttöliittymässä. Tätä tyyliä ei kuitenkaan käytetty, sillä toteutuksessa päädyttiin käyttämään fyysisiä painikkeita ja liikusäätimet haluttiin muuttaa niihin sopiviksi.

Sormea liu'uttaen toimiva liikusäädin on hyvin intuitiivinen käyttää, mutta se vaatii ohjelmakoodin, toisin kuin laserosoitin. Tämä vaihtoehto vaatii suuremmat kahvat kuin muut vaihtoehdot, sillä sormi ei lukittaudu kahvaan. Muissa vaihtoehdoissa voidaan joko suurentaa kahvaa, kun se on valittu tai lukita kahvan liike kokonaan käden liikkeeseen. Näiden syiden vuoksi tätä vaihtoehtoa ei valittu lopulliseen toteutukseen.

Toisella näppäimellä liikusäätimestä kiinni ottaminen sormen ollessa sen päällä on hieman epäintuitiivista, mutta sen hyvät puolet korvaavat tämän puutteen. Liikusäädin lukittautuu ja irtoaa kädestä, kun käyttäjä niin haluaa. Tämä tyyli vaatii enemmän ohjelmakoodia ja toisen näppäimen toimiakseen, mutta se ei estä toisen näppäimen käyttämistä muualla sovelluksessa. Toisen näppäimen toiminnallisuus muuttuu vain, kun sormi on liikusäätimen päällä, joten se ei vaikuta muuhun käyttöön. Tällä tyylillä liikusäädin voi olla pieni verrattuna muihin vaihtoehtoihin, joten se on tehokkaampi tapa käyttää käyttöliittymän rajattua tilaa. Näiden hyvien puolien vuoksi toteutuksessa päädyttiin käyttämään tätä vaihtoehtoa.

Fyysisen liikusäätimen ohjelmakoodi tarkistaa, onko sormi liikusäätimen päällä ja mihin suuntaan käyttäjä haluaa sitä siirtää. Lisäksi tarkistetaan, painaako käyttäjä näppäintä, jolla otetaan kiinni kahvasta ja kun käyttäjä irrottaa näppäimestä, kahva jää paikoilleen. Kuvassa 17 sovelluksen asetusvalikko, jossa näkyy liikusäädin.



Kuva 17. Sovelluksen asetusvalikko.

6.5 Audiovisuaalinen ilme

Käyttöliittymän visuaalisia elementtejä voi suunnitella rajattomasti. Näistä elementeistä tutkitaan tässä toteutuksessa vain sellaisia, jotka vaikuttavat käyttöliittymän käyttöön. Tässä toteutuksessa visuaalinen ilme ei ollut pääasiallinen painopiste. Käyttöliittymän selkeys ja helppokäyttöisyys olivat kuitenkin tärkeitä tekijöitä, joihin se vaikuttaa huomattavasti. Käyttöliittymän äänet lisättiin tukemaan sen visuaalisia efektejä. Painikkeen painalluksesta kuuluva ääniefekti ja ohjaimen tärinä ilmoittaa käyttäjälle painalluksen toimivan [25].

Käyttöliittymän rajojen näyttäminen helpottaa käyttöliittymän luettavuudessa, vaikka se ei mahdusi ruudulle kokonaan. Rajojen määrittäminen kehityksen alkuvaiheessa helpottaa myös suunnittelijoita sopivien komponenttien luomisessa sovellukseen. Käyttöliittymän taustaa suunniteltaessa tärkein päätös on sen läpinäkyvyys. Läpinäkyvä käyttöliittymä ei tule muun sovelluksen eteen, mutta voi vaikeuttaa sen luettavuutta. Toteutuksessa käyttöliittymän tausta on läpinäkyvä, sillä sen elementit eivät sotkeudu taustalla olevaan maailmaan. Päätös käyttöliittymän luettavuudesta täytyy tehdä sovelluksen tarpeiden ja visuaalisen ulkonäön mukaan.

Tekstin käyttäminen virtuaalitodellisuudessa ei ole aina suotavaa, sillä virtuaalilasien tarkkuus ja muut tekijät tekevät siitä usein vaikeasti luettavaa. Tekstin luettavuutta voidaan kuitenkin paran-

taa useilla eri tavoilla. Tekstin sijainti, fontti, paksuus ja korkeus ovat vain pieni määrä vaikuttavista tekijöistä, jotka täytyy ottaa huomioon. Volodymyr Kurbatovin artikkelissa 10 Rules of Using Fonts in Virtual Reality hän tutkii parhaita käytäntöjä virtuaalitodellisuuden teksteihin liittyen. Hänen mielestään tekstin pitäisi aina osoittaa lukijaa päin. Toteutuksessa päätettiin testata kääntävää tekstiä, mutta huomattiin sen olevan tarpeeton käsiin liitetyssä toteutuksessa. [26.] Tekstille valittiin mahdollisimman yksinkertainen ja luettava fontti sekä tekstiin pieni varjo, joka erottaa sen taustasta. Kuvassa 18 käyttöliittymän sulkemisvalikko, jossa käytetään tekstiä.



Kuva 18. Sovelluksen sulkemisvalikko.

Kuvakkeita käytettiin välttämään tekstin tarvetta. Hyvin suunniteltu kuvake on nopea ymmärtää ja vie vähemmän tilaa kuin teksti. Täten kuvakkeesta saa suuremman, jolloin se on huomattavasti helpompi nähdä virtuaalilaseilla. Kuvakkeiden suunnittelu ja luominen vie kuitenkin paljon aikaa ja ne on mahdollista ymmärtää väärin. [27.] Toteutuksessa pyritään käyttämään yksinkertaisia ja yleisesti käytössä olevia kuvakkeita uniikkien ja visuaalisesti näyttävien kuvakkeiden sijaan. Kuvassa 19 toteutukseen luotuja kuvakkeita.



Kuva 19. Käyttöliittymään luotuja kuvakkeita.

Animaatioilla tehostetaan käyttöliittymän interaktiivisuutta. Niillä voidaan ohjata käyttäjää ja indikoida tapahtumista. Jopa yksinkertaiset animaatiot vähentävät käyttöliittymän mekaanisuuden tunnetta ja lisäävät sen käytön ystävällisyyttä. [28.] Toteutuksessa luotiin yksinkertaiset animaatiot kämmenessä olevaan indikaattoriin ja painikkeiden painalluksiin. Nämä animaatiot riittävät osoittamaan käyttäjälle tapahtumia.

7 Pohdinta

Käsiin liitetyt käyttöliittymät ovat vielä uusi tapa olla vuorovaikutuksessa sovellusten kanssa, joten uskon, että niiden kehitys on vielä alkutaipaleellaan. Vaikka verkosta löytyy paljon hienoja prototyyppisiä ja hyviä ideoita erilaisista toteutuksista, käyttöliittymät ovat peleissä vielä usein mitäänsanomattomia.

Aloitin virtuaalitodellisuuden käyttöliittymien tutkimisen, sillä olen huomannut käyttämissäni sovelluksissa paljon ongelmia. Useissa käyttöliittymissä on helppo tehdä vahingollisia painalluksia tai niiden käyttäminen on muuten epäselvää. Halusin ymmärtää, minkä tekijöiden vuoksi virtuaalitodellisuuden käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus on haastavaa, joten aloitin tutkimalla valmiita toteutuksia.

Rec Room -kellon käyttöliittymässä on mielestäni joitain ongelmia, jotka tekevät sen käyttäjäkokemuksesta huomattavasti turhauttavamman, kuin olisi tarpeellista. Käyttöliittymän suurin ongelma on sen sijainti suhteessa käyttäjän käteen. Käyttöliittymä sijaitsee ranteen ulkopuolella, joka vaatii käden kiertämistä, rajoittaen sen liikerataa. Käyttöliittymän suuri koko myös vaatisi sen sijoittamista kauemmaksi kasvoista, kuin on mielestäni mahdollista. Käsi täytyy asettaa todella epämukavaan asentoon ja ohjaimen otetta täytyy muuttaa nähdäkseen koko käyttöliittymän siten, että se osoittaa kasvoja päin. Käyttöliittymän voi kuitenkin irrottaa kädestä, jolloin se jää leijumaan yhteen kohtaan. Kyseinen ominaisuus tekee käyttöliittymästä huomattavasti käyttäjäystävällisemmän, mutta ei ole ratkaisu aiemmin mainittuihin ongelmiin. Toivoisin myös Rec Room -kellon käyttöliittymän olevan tiivistetty pienempään määrään valikoita. Valikot voivat olla hyviä, mikäli niiden nimet tai kuvakkeet kuvaavat sisältönsä hyvin. Vaihtoehtoisesti voisi olla sivuja, joita käyttäjä voisi vierittää sivulle tai alas, jotta ei tarvitsisi vaihdella useiden välilehtien välillä.

Echo VR -pelin käyttöliittymä on hyvä. Pidän etenkin sen yksinkertaisuudesta. Käyttöliittymän ongelmat liittyvät enemmän sen toteutukseen, kuten sormen törmäyslaatikon pois laittamisen puuttumiseen. Lisäksi Echo VR -käyttöliittymä voi jäädä päälle vahingossa. Mielestäni virtuaalitodellisuudessa on yleisesti hyvä tapa asettaa valikot pois päältä, kun ne eivät ole näkyvissä käyttäjälle. Echo VR -pelin käyttöliittymä ei liiku käyttäjän käden mukana. Mielestäni tämä vaikeutti sen painikkeisiin osumista, sillä virtuaalisessa todellisuudessa etäisyyksien arviointi ei ole yhtä tarkkaa kuin oikeassa elämässä. Käyttöliittymä on kuitenkin selkeä ja intuitiivinen, eikä siinä ole liikaa asi-

oita näkyvissä kerralla. Pidän erityisesti pelin käyttämistä eleistä, kuten ikkunan sulkemisesta heittämällä se pois. Echo VR -pelin käyttöliittymä olisi todella hyvä, mikäli pienet ongelmat korjattaisiin.

Virtuaalitodellisuuden käyttöliittymän suunnittelussa minulle tärkein tekijä oli sen käytettävyys. Käyttöliittymän käytettävyyteen liittyviä tekijöitä ovat sen intuitiivisuus ja ergonomia. Näiden syiden vuoksi päätin asettaa omassa toteutuksessani käyttöliittymän käyttäjän ranteen sisäpuolelle. Tässä asennossa käyttöliittymän käyttäminen on luontevaa ja sen liikuttaminen vapaata. Päätin käyttää etusormella kosketettavia painikkeita, koska niiden käyttäminen on mielestäni intuitiivisempaa kuin laserosoitimen käyttäminen etenkin, koska painikkeet ovat kosketusetäisyydellä. Varmistin kuitenkin, että käyttäjä ei tee vahinkopainalluksia, sillä ne ovat osoittautuneet rasitteeksi testatuissa sovelluksissa. En ole täysin tyytyväinen liukusäätimen toteutukseen, sillä sen käyttäminen ei ole tarpeeksi intuitiivista. Uskon sen kuitenkin olevan hyvä käyttäjille, jotka ovat tottuneet kyseisen toteutuksen käyttämiseen.

Toteutuksen visuaalinen ilme on mahdollisimman yksinkertainen ja luettava. Käyttöliittymällä on selkeät rajat, jotta käyttäjä tietää, että hän näkee kaiken tarvittavan. Pyrin välttämään tekstin tarvetta käyttämällä kuvakkeita aina, kun mahdollista. Kuvakkeet ovat pelkistetyt ja helppolukuiset VR-laseilla. Käytetyn tekstin fontti on yksinkertainen ja varjo erottaa sen taustasta.

Useissa virtuaalitodellisuuden käyttöliittymien toteutuksissa on pieniä tai suurempia ongelmia, jotka häiritsevät niiden käyttäjäkokemusta. Tällaiset virheet saavat käyttäjän ihmettelemään, mitä tapahtui, kun esimerkiksi käyttäjä painaa näppäintä avatakseen valikon, mutta mitään ei tapahdu ruudulla valikon avautuessa käyttäjän näkökentän ulkopuolelle. Olen itsekin huomannut valikoiden aukaisemisen olevan suuri ongelma joissain virtuaalitodellisuuden sovelluksissa, sillä valikko voi avautua odotustenvastaiseen sijaintiin.

Monissa virtuaalitodellisuuden sovelluksissa käyttäjän kädet ovat kaikille samanlaiset. Tutkimusten mukaan tämä voi vähentää immersiota joillekin käyttäjille. En ole kuitenkaan itse huomannut eri näköisten virtuaalisten käsien vaikutusta pelin maailmaan uppoutumiseen. Käsien muokkauksen, kuten ihonvärin tai niiden koon muuttaminen ovat yksinkertaisia asetuksia lisätä sovellukseen ja voivat parantaa käyttäjäkokemusta. Aihetta olisi hyvä tutkia laajemmin, kuten tutkimalla, miten kyseiset asetukset vaikuttavat käyttäjäkokemukseen.

8 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli tutkia virtuaalisten käsien ja käyttöliittymien vaikutusta virtuaalitodellisuuden käyttäjäkokemukseen. Tutkimus keskittyi erityisesti käyttäjän käsiin liitettyihin käyttöliittymiin, mutta työssä käsitellään myös muita käyttöliittymiä. Virtuaalitodellisuus mahdollistaa täysin uusia tapoja olla vuorovaikutuksessa sovellusten kanssa.

Hyvin toteutetun käyttöliittymän käyttäminen on mukavaa ja helppoa. Virtuaalitodellisuuden tuomat haasteet vaikeuttavat käyttöliittymän luomista, sillä ongelmia täytyy lähestyä uudesta näkökulmasta. VR-laitteissa on vielä ongelmia, kuten linssien aiheuttama kuvan vääristyminen, johon voi vaikuttaa jopa käyttäjän kasvonpiirteet. Toisaalta virtuaalitodellisuus avaa myös uusia mahdollisuuksia rakentaa todella luovia ja immersivisiä käyttöliittymiä hyödyntäen diegeettisyyttä ja virtuaalitodellisuuden vapautta.

Työn käytännön toteutuksessa oli tavoitteena luoda mahdollisimman käyttäjäystävällinen ja selkeä käyttöliittymä. Käyttöliittymän toteutus tehtiin Unity-pelimootorilla ja siinä käytetyt 3D-mallit ja animaatiot luotiin Blender-sovelluksella. Toteutuksessa otettiin huomioon tutkittujen sovellusten käyttöliittymien hyvät ja huonot puolet, joita pyrittiin parantamaan tarvittaessa.

Käyttöliittymän toteutus onnistui pääosin hyvin, mutta todettiin myös, että kaikkiin ongelmiin ei ole helppoa ratkaisua, vaan välillä täytyy tehdä kompromisseja. Käyttöliittymän visuaalinen ilme on selkeä ja se toimii odotetulla tavalla. Sen käyttäminen on ergonomista ja intuitiivista, mutta joidenkin elementtien, kuten liukusäädinten, toiminnallisuutta voisi kuitenkin vielä parantaa.

Työssä löydettyjä havaintoja voi soveltaa missä vain virtuaalitodellisuuden toteutuksessa. Käyttöliittymä on tärkeä ja pakollinen osa lähes jokaista sovellusta. Jopa pienellä määrällä testausta voidaan havaita käyttöliittymän ongelmia, jotka ovat usein helppo korjata ja näin parantaa käyttäjäkokemusta huomattavasti.

Lähteet

- 1 DeLuca R. VR fitness Insider, Game Changer: Why VR Fitness is NOT Like Wii or Xbox Fitness. [Internet]. 2017 [viitattu 21.11.2020]. Saatavilla: www.vrfitnessinsider.com/game-changer-vr-fitness-not-like-wii-xbox-fitness/
- 2 Tomislav B. Beat Saber: The early days of the most successful VR game of all time. [Internet]. 2022 [viitattu 25.08.2022]. Saatavilla: <https://mixed-news.com/en/beat-saber-the-beginnings-of-the-most-successful-vr-game-of-all-time/>
- 3 Helsingin yliopisto. Käyttöjärjestelmä ja käyttöliittymä. [Internet]. [viitattu 25.08.2022]. Saatavilla: <https://blogs.helsinki.fi/opiskelijan-digitaidot/1-tietokoneen-kayton-perusteet/1-1-tietokoneen-toimintaperiaate/kayttojarjestelma-ja-kayttoliittyma/>
- 4 Nick. Pros and Cons of a Command-Line Interface. [Internet]. 2020 [viitattu 26.08.2022]. Saatavilla: <https://blog.iron.io/pros-and-cons-of-a-command-line-interface/>
- 5 Computer Hope. GUI. [Internet]. 2021 [viitattu 29.08.2022]. Saatavilla: <https://www.computerhope.com/jargon/g/gui.htm>
- 6 Desi Q. Game UI by Example: A Crash Course in the Good and the Bad. [Internet]. 2013 [viitattu 26.08.2022]. Saatavilla: <https://gamedevelopment.tutsplus.com/tutorials/game-ui-by-example-a-crash-course-in-the-good-and-the-bad--gamedev-3943>
- 7 Game UI Database. Apex Legends. [Internet]. 2019 [viitattu 27.09.2022]. Saatavilla: <https://www.gameuidatabase.com/gameData.php?id=177>
- 8 Afterthoughts. Breath of the Wild fixed stamina, it's perfect now, we did it. [Internet]. 2022 [viitattu 30.09.2022]. Saatavilla: <https://youtu.be/yGkG3VGWtIs>
- 9 Broms, E. How UI design affects the gameplay experience in three third-person action-adventure games. [Internet]. 2021 [viitattu 17.09.2022]. Saatavilla: https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/107517/bachelor_Broms_Elias_2021.pdf
- 10 Peters J. Designing a HUD for a Third-Person VR game. [Internet]. 2016 [viitattu 20.11.2020]. Saatavilla: www.youtube.com/watch?v=f8an45s_-qs

- 11 McKenzie C, Glazier A. Designing Screen Interfaces for VR. [Internet]. 2017 [viitattu 21.11.2020]. Saatavilla: www.youtube.com/watch?v=ES9jArHRFHQ
- 12 Zach K. Hover UI Kit. [Internet]. 2016 [viitattu 01.09.2022]. Saatavilla: <https://github.com/aestheticinteractive/Hover-UI-Kit/wiki>
- 13 Szauer G. Unit 6 – Best UI Practices for VR [Internet]. [viitattu 22.11.2020]. Saatavilla: learn.unity.com/tutorial/unit-6-best-ui-practices-for-vr#5df80109edbc2a1a440a9132
- 14 Schwind V, Knierim P, Tasci C, Franczak, P Haas N, Henze N. “These are not my hands!”: Effect of Gender on the Perception of Avatar Hands in Virtual Reality. [Internet]. 2017 [viitattu 22.11.2020]. Saatavilla: www.researchgate.net/profile/Valentin_Schwind/publication/316652954_These_are_not_my_hands_Effect_of_Gender_on_the_Perception_of_Avatar_Hands_in_Virtual_Reality/links/5a13f862aca27217b5a31aa7/These-are-not-my-hands-Effect-of-Gender-on-the-Perception-of-Avatar-Hands-in-Virtual-Reality.pdf
- 15 Rec Room Wiki. Watch Menu. [Internet]. [viitattu 05.11.2022]. Saatavilla: https://rec-room.fandom.com/wiki/Watch_Menu
- 16 Road to VR. Exclusive: Designing ‘Lone Echo’ & ‘Echo Arena’s’ Virtual Touchscreen Interfaces. [Internet]. 2018 [viitattu 06.11.2022]. Saatavilla: <https://www.roadtovr.com/designing-lone-echo-echo-arena-virtual-touchscreen-interfaces-robert-duncan>
- 17 Jason C. What causes motion sickness in VR, and how can you avoid it? [Internet]. 2021 [viitattu 24.08.2022]. Saatavilla: <https://www.space.com/motion-sickness-in-vr>
- 18 Shane M. Virtual Reality 101: Why does IPD matter? [Internet]. 2019 [viitattu 24.08.2022]. Saatavilla: <https://darkuni.medium.com/virtual-reality-101-why-does-ipd-matter-75eb35a67d3d>
- 19 Corvinus J. VR spatial UI design exercise. [Internet]. 2018 [viitattu 22.11.2020]. Saatavilla: www.youtube.com/watch?v=y_s3HZpaOLI
- 20 Valve. Valve Index – Controllers. [Internet]. [viitattu 21.11.2020]. Saatavilla: www.valvesoftware.com/en/index/controllers
- 21 Valem. Introduction to VR in Unity – PART 1: VR SETUP. [Internet]. 2020 [viitattu 13.08.2022]. Saatavilla: <https://www.youtube.com/watch?v=gGYtahQjmWQ>

- 22 LeapMotion. VR Design Best Practices. [Internet]. 2015 [viitattu 24.08.2022]. Saatavilla: <https://medium.com/@LeapMotion/vr-design-best-practices-bb889c2dc70>
- 23 Kahney L. The inside story of the iPhone's 'Slide to Unlock' gesture. [Internet]. 2017 [viitattu 24.08.2022]. Saatavilla: <https://www.cultofmac.com/490394/iphone-slide-to-unlock-bas-or-ding/>
- 24 Teschner M, Kimmerle S, Heidelberger B, Zachmann G, Raghupathi L, et al. Collision Detection for Deformable Objects. [Internet]. Computer Graphics Forum, Wiley, 2005 [viitattu 24.08.2022]. Saatavilla: <https://hal.inria.fr/inria-00394479/document>
- 25 Matterson S. Things that Beep: A Brief History of Product Sound Design. [Internet]. 2018 [viitattu 25.08.2022]. Saatavilla: <http://avant.org/project/things-that-beep/>
- 26 Kurbatov V. 10 Rules of Using Fonts in Virtual Reality. [Internet]. 2019 [viitattu 31.08.2022]. Saatavilla: <http://vovakurbatov.com/articles/10-rules-of-using-fonts-in-virtual-reality>
- 27 Mesibov M. An Icon is Worth 1,000 Words. [Internet]. 2014 [viitattu 31.08.2022]. Saatavilla: <https://www.uxbooth.com/articles/icon-worth-1000-words/>
- 28 Hannah J. UI Animation: A Complete Guide For Beginners. [Internet]. 2021 [viitattu 01.09.2022]. Saatavilla: <https://careerfoundry.com/en/blog/ui-design/ui-animation-beginners-guide/>