



Tomi Maijala

**VUZIX WRAP 920 VR HMD JA NINTENDO WIIN WIIMOTE  
REALXTEND-VIRTUAALIMAAILMAN KÄYTTÖÖN JA  
HALLINTAAN**

**VUZIX WRAP 920 VR HMD JA NINTENDO WIIN WIIMOTE  
REALXTEND-VIRTUAALIMAAILMAN KÄYTTÖÖN JA  
HALLINTAAN**

Tomi Maijala  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan koulutusohjelma, ohjelmistojen kehitys

---

Tekijä(t): Tomi Maijala

Opinnäytetyön nimi: Vuzix Wrap 920 VR HMD ja Nintendo Wiin Wiimote  
RealXtend-virtuaalimaailman käyttöön ja hallintaan

Työn ohjaaja(t): Lasse Haverinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013

Sivumäärä: 50 + 4 liitettä

---

Tässä opinnäytetyössä sovellettiin Vuzix 920 VR HMD -silmikkonäytön ja Nintendo Wiin Wiimote-ohjainta RealXtend-virtuaalimaailman katselussa, hallinnassa ja virtuaalimaailmassa olevan avatarin liikkuttamisessa. Työn tilaajana oli Oulun VTT.

Työssä käytössä oli RealXtendin kehittämä Tundra 2.2.0 -versio, johon implementoitiin HMD-silmikkonäytölle Vuzixin tekemä Vuzix-ohjelmistokehitysalusta, versio 3.1.1 ja Wiimotelle WiiYourself 1.15 -wiimote-kirjasto. WiiYourself mahdollistaa tietokoneella Nintendo Wiin Wiimote-ohjaimen käytön. Näitä kirjastoja käyttämällä ohjelmoitiin avatarin liikkuttamiseen vaadittavat osat ja yhteydet.

Ohjelmointikielinä olivat käytössä C++, Qt, C ja JavaScript.  
Ohjelmointityökaluina olivat Visual Studio 2008 ja Notepad++.

Pääasiallinen tavoite oli, että virtuaalimaailman tarkastelu tapahtuu HMD -silmikkonäytön kautta sekä avatarin päänliikkeiden ohjaaminen HMD -silmikkonäytön antureiden avulla. Avatarin ohjaaminen kuten kävely ja erilaiset eleet tehtiin Wiimote-ohjaimella. Näin virtuaalimaailmakokemus parantuu, koska käyttäjä tuntee olevasta virtuaalimaailmassa sisällä ja avatarin sekä objektien hallinta helpottuu.

Edellä mainitut tavoitteet toteutuivat. HMD-silmikkonäyttö ja Wiimote-ohjain toimivat moitteettomasti virtuaalimaailman hallinnassa.

---

Asiasanat:

Tundra, Realxten, virtuaalimaailmat, Vuzix, HMD, Nintendo, Wiimote

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme In Information Technology, Software Development

---

Author: Tomi Maijala

Title of Thesis: Vuzix Wrap 920 VR HMD and Nintendo Wii Wiimote usage and management in RealXtend virtual reality

Supervisor: Lasse Haverinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2013

Number of pages: 50 + 4

---

In this thesis Vuzix VR HMD video eyewear and Nintendo Wii Wiimote controller were applied to viewing, controlling and moving in RealXtend virtual reality. Thesis was commissioned by Oulu Technical Research Centre of Finland.

Version of the RealXtend Tundra used in this thesis was 2.2.0 and Vuzix software development kit and WiiYourself 1.15 library were implemented in it. Both were needed in order to use the Vuzix eyewear and the Nintendo Wiimote in RealXtend. The libraries made it possible to program functionality between hardware and RealXtend.

Programming languages used were C++, Qt, C and JavaScript. The programming tools were Visual Studio 2008 and Notepad++.

Main goal was to enable avatar head controlling with HMD eyewear and avatar movement with Wiimote controller. This way virtual reality experience improves because user feels immersed in the virtual world and controlling avatar and objects gets easier. Predefined goals were achieved. Both HMD eyewear and Wiimote controller worked flawlessly in controlling the virtual reality.

---

Keywords:

Tundra, Realxten, virtual reality, Vuzix, HMD, Nintendo, Wiimote

## **ALKULAUSE**

Kiitän työn tilaajaa Oulun VTT:tä ja ohjaajia VTT:itä tiimin johtajaa Johannes Peltolaa ja tutkijoita Tommi Kerästä ja Satu-Maria Mäkelää, sekä Oulun seudun ammattikorkeakoulun opettajaa Lasse Haverista työn ohjaamisesta.

Oulussa 9.10.2012

Tomi Maijala

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	6
KÄSITTEET	8
1 JOHDANTO	9
2 TYÖN TEOREETTINEN TAUSTA	10
2.1 HMD-silmikkonäyttö	10
2.1.1 Vuzix Wrap 920 VR HMD	11
2.1.2 Näytöt	12
2.1.3 Anturit	13
2.1.4 Kytkenä	14
2.1.5 Lisätietoja ja laitevaatimukset	15
2.2 Nintendo Wiimote	16
2.2.1 Infrapunakamera	17
2.2.2 Anturit	18
2.2.3 Bluetooth-radio	18
3 VIRTUAALIMAAILMOJEN OHJELMOINTI	19
3.1 Virtuaalimaailmat	19
3.2 RealXtend	22
4 TOTEUTUS	25
4.1 Työkalut	25
4.1.1 Microsoft Visual Studio 2008 Professional	25
4.1.2 Notepad++ v5.5.1	25
4.1.3 CMake	25
4.1.4 Git 1.7.4	26
4.1.5 Doxygen	27
4.2 Tarvittavat ohjelmistokehitysalustat ja kirjastot	27
4.2.1 Vuzix SDK:n versio 3.1.1	27
4.2.2 WiiYourself 1.15-C++ -kirjasto	28

4.3 Moduuleiden toteutus	29
4.3.1 Vuzix Wrap 920 VR Head-mounted display	30
4.3.2 Nintendo Wiimote	33
5 KOKONAISUUDEN TESTAAMINEN	36
5.1 Testaussuunnitelma	36
5.2 Testaustulokset	36
5.2.1 Testaaminen ohjelmoinnin yhteydessä	36
5.2.2 Lopputestaus	37
6 REALXTEND TUNDRAAN TEHDYT MUUTOKSET	39
7 YHTEENVETO	41
LÄHTEET	42
LIITTEET	
Liite 1. Moduulirakennetta havainnollistava kuva	
Liite 2. Hmdmodulen makefile	
Liite 3. Wiimodulen makefile	
Liite 3. Lähtötietomuistio	

## KÄSITTEET

Avatar = virtuaalimaailmoissa oleva hahmo, jolla liikutaan virtuaalimaailmassa

Cmake = alustariippumaton käännösalausta

GPL-lisenssi = General public License, vapaiden ohjelmistojen julkaisemiseen tarkoitettu lisenssi, joka antaa kenelle tahansa oikeuden käyttää, kopioida, muuttaa ja jakaa edelleen ohjelmia ja niiden lähdekoodia (GNU General Public License. 2012).

HMD = Head mounted-display, päähän puettava silmikkonäyttö

Immersio = voimakas psykologinen eläytyminen ja median käyttäjän tunne siitä, että hän sulautuu mediaan ja "uppoaa" virtuaaliseen mediamaailmaan (Mediaopas. 2012).

Irc = internet relay chat

LCD = Liquid Crystal Display, nestekidenäyttö

Naali = Tundran aikaisempi versio (ei aktiivisessa kehityksessä)

Qt = alustariippumaton ohjelmointikieli

SDK = ohjelmistokehitysalusta

Taiga = Naalin palvelinosa

Tundra = vapaan lähdekoodin virtuaalimaailmakehitysalusta (aktiivisessa kehityksessä)

Wiimote = Nintedo Wii-pelikonsolille tarkoitettu peliohjain, käytetään myös nimeä Wii Remote



# 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tehdä toimiva kokonaisuus Vuzixin 920 VR Head-mounted display -laitteesta ja Nintendon Wiimote-ohjaimesta RealXtend-virtuaalimaailman käyttöön. HMD -silmikkonäyttö toimii näyttölaitteena eli perinteistä monitoria ei tarvita. Ohjaimella on tarkoitus pystyä esimerkiksi liikuttamaan virtuaalimaailmoista tuttuja avatareita ja virtuaalimaailmassa olevia objekteja. Objekti oli siis pystyttävä valitsemaan näytöllä vapaasti liikkuvalla kursorilla ja siirtämään sitä joko vapaasti ympäriinsä tai erikseen x-, y- tai z-akselilla. Nämä ideat tulivat työn tilaajalta ja ne käytiin yhdessä läpi ja sovittiin työn tavoitteiksi.

RealXtend on ilmainen virtuaalimaailmakehitysalusta, joka käyttää vapaata lähdekoodia. RealXtend on eräänlainen 3D-internet, johon käyttäjät voivat lisätä sisältöä ja luoda omia 3D-sovelluksia. Näihin virtuaalimaailmoihin voi liittyä useita käyttäjiä. RealXtendin kehittämisestä vastaa RealXtend-säätiö, joka koordinoi kehitystä ja standartointia sekä myöntää mahdollisia rahoituksia. Pääasiallinen kehitys tapahtuu projekteissa eri yrityksissä ja erilaisissa organisaatioissa. Kehitystyöhön kuitenkin voi liittyä kuka tahansa (RealXtend. 2012, hakupäivä 30.10.2012.)

## 2 TYÖN TEOREETTINEN TAUSTA

### 2.1 HMD-silmikkonäyttö

HMD -silmikkonäyttö on päähän puettava näyttölaite, jossa on pienet näytöt molemmille silmille tai yksi iso näyttö, joka kattaa molemmat silmät. Näytöt tai näyttö luo stereoskooppisen kuvan, luoden näin vaikutelman, että kuva olisi kolmiulotteinen. Aikaisimmissa HMD -silmikkonäytöissä näyttöinä oli käytössä kuvaputki näytöt, mutta nykyaikaisissa laitteissa on käytössä nestekidenäytöt (The Virtual Reality Headset 2012, hakupäivä 17.4.2012.)

Laseja löytyy kuluttajille, ammattikäyttöön ja sotilaskäyttöön tarkoitettuja (Vuzix 2012, hakupäivä 10.2). Kuluttajalaseilla katsellaan yleensä virtuaalimaailmoja tai videoita, ammattilaiskäytössä CAD-piirustuksia. Lääketieteessä niitä käytetään leikkauksien harjoitteluun ja sotilaskäytössä erilaisten sotatilanteiden harjoitteluun tai laitteiden ohjaamiseen etänä (Anesthesia & Analgesia, Monitoring with Head-Mounted Displays in General Anesthesia: A Clinical Evaluation in the Operating Room. 2012, hakupäivä 10.4.2012 ; Vuzix Tactical Display Group. 2012, hakupäivä 10.4.2012.)

### 2.1.1 Vuzix Wrap 920 VR HMD

Vuzix Wrap 920 VR HMD -silmikkonäyttö (kuva1) on päähän puettava näyttölaite, jossa on pienet näytöt molemmille silmille. Silmikkonäyttö voidaan liittää kannettavaan tai pöytätietokoneeseen ja se on myös mahdollista liittää iPhone älypuhelimeen. Malli on suunnattu kuluttajille ja kehittäjille. Kehittäjillä tässä tarkoitetaan esimerkiksi 3D-mallintajia.



*KUVA 1. Vuzix Wrap 920 VR HMD.*

Hintaa Wrap 920 VR Bundle paketilla on noin 400 dollaria ja sen voi tilata suoraan valmistajan sivuilta. Paketti sisältää itse Vuzix Wrap 920 VR HMD -silmikkonäytön, Wrap VGA-sovittimen, Wrap AA -paristokotelon kannettavia laitteita varten ja Wrap Tracker 6TC -lisämoduulin. Wrap Tracker 6TC -lisämoduuli sisältää kuusi lisäanturia pään liikkeiden seurantaan. (Vuzix Wrap 920 VR Bundle. 2012, hakupäivä 10.2.2012).

## 2.1.2 Näytöt

Laseissa on kaksi LCD-näyttöä(kuva 2) joiden resoluutio on 640 x 480 pikseliä. Näytöt on kiinnitetty laseihin siten, että ne ovat suoraan silmien edessä ja ne vastaavat 67-tuumaista näyttöä, jota katseltaisiin 3 metrin etäisyydeltä



*KUVA 2. HMD-näyttölaitteen näytöt.*

Lasit tukevat myös korkeampaa 1024 x 768-resoluutiota, mutta testatessa laseja 640 x 480-resoluutio oli huomattavasti parempi. Korkeammalla resoluutiolla esimerkiksi teksti muuttuu niin pieneksi, että sitä on jo vaikea lukea. Näytöissä on 60 hertsin virkistystaajuus, joka tarkoittaa sitä, että kuva päivittyy laseille kuusikymmentä kertaa sekunnissa, joka on nykyään yleinen näytöissä ja televisioissa. Koska laseissa on kaksi 60 Hz näyttöä, on niillä mahdollista näyttää myös 3D kuvaa tai videota. Väritoisto on 24-bittinen true

color eli se mahdollistaa 16 miljoonaan värin toiston. Jotta kuva olisi tarkka jokaiselle katselijalle on niihin rakenettu diopter tyylinen näyttöjen tarkennus (kuva 3). Säätoalue on +2 ja -5 asteen välillä. (Vuzix Wrap Bundle. 2012, hakupäivä 10.2.2012)

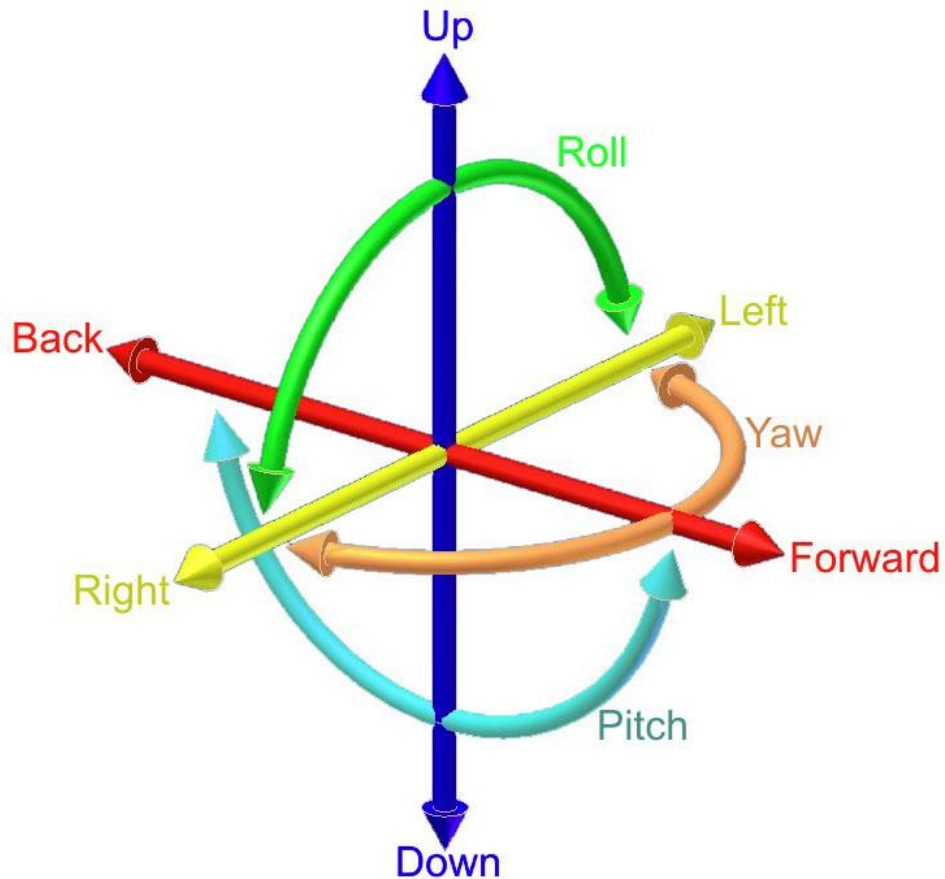


*KUVA 3. HMD -näyttölaitteen diopter-säätö.*

### **2.1.3 Anturit**

Vuzix Wrap 920 VR HMD -silmiikkonäyttö tukee yhteensä kuutta anturia jotka seuraavat pään liikkeitä. Useimmat sovellukset tukevat vain kolmea anturia, mutta Wrap Tracker 6TC -lisämoduulilla ja yhteensopivalla sovelluksella on mahdollista käyttää yhteensä kuutta eri anturia. Vuzix Wrap 920 VR HMD -silmiikkonäyttö ja Wrap Tracker 6TC -lisämoduuli tukevat näin siis yhteensä kuutta eri akselia ja 6TC- lisämoduuli sisältää myös kompassin. Kuvassa 4 on nähtävissä tuetut akselit, joita anturit seuraavat. Anturit seuraavat siis normaalisti liikkeitä eteen, taakse, ylös ja alas ja kallisteluita, mutta ne myös

tunnistavat tasaisen liikkeen lisäksi kiihtyvyydet, joita voi hyödyntää erilaisissa sovelluksissa. (Wrap 920 VR User Guide. 2012, hakupäivä 7.5.2012)



*KUVA 4. Vuzix Wrap 920 VR HMD-näyttölaitteen ja 6TC -lisämoduulin tukemat akselit. (Vuzix Wrap 920 VR User Guide. 2012, hakupäivä 7.5.2012.)*

#### **2.1.4 Kytkenä**

Lasit liitetään tietokoneeseen VGA- ja USB 2.0 -porttien kautta. VGA-portti on kuvaa varten ja USB 2.0 -portin kautta lasit saavat virran ja äänen.

Nykytietokoneet eivät enää välttämättä sisällä VGA-porttia, mutta tällaisessa tilanteessa on mahdollista käyttää sopivaa sovitinta. Tässä insinööriyössä jouduttiin käyttämään DVI-VGA-sovitinta, että lasit oli mahdollista liittää työssä käytettyyn tietokoneeseen, koska tietokoneessa oli vain kaksi DVI-porttia.

(Vuzix Wrap Bundle. 2012, hakupäivä 10.2.2012)

Laseja on mahdollista käyttää normaalina näyttönä tietokoneen näytön lisäksi ilman, että laseja tarvitsisi välillä ottaa pois päältä. Tietokone tunnistaa ne yhtenä erillisenä näyttönä ja riippuu tietokoneen näytönohjaimesta montako näyttöä se pystyy yhteensä hyödyntämään. Kahden näytön tuki on yleinen nykyaikaisissa tietokoneissa.

### **2.1.5 Lisätietoja ja laitevaatimukset**

Vuzix Wrap 920 VR HMD -silmikkonäyttö on suunniteltu siten, että sitä on mahdollista käyttää silmälasien kanssa. Silmikkonäyttö mahtuu olemaan silmälasien päällä, ilman että silmälaseja joutuisi ottamaan pois päältä. Lasit ovat myös sisältämänsä tekniikkaan nähden kevyet: ne painavat 85 grammaa.

USB 2.0 -portin kautta tuleva ääni on mahdollista hödyntää laseissa olevien korvanappien kanssa, ilman että tietokoneeseen olisi kytkettävä erillisiä kuulokkeita. Laite ei kuitenkaan sulje pois mahdollisuutta käyttää erillisiä kuulokkeita tai kaiuttimia.

Silmikkonäyttö on yhteensopiva 32- ja 64 -bittisten Windows 7-, XP- ja Vista -käyttöjärjestelmien kanssa. OSX- tai Linux-käyttöjärjestelmille ei ole tukea. (Vuzix Wrap Bundle. 2012, hakupäivä 10.2.2012)

## 2.2 Nintendo Wiimote

Nintendon Wiimote on tarkoitettu Nintendon Wii-konsolille, mutta pian aktiivisten kehittäjien keskuudessa huomattiin, että ohjain on mahdollista liittää Bluetoothilla tietokoneeseen, joka johti siihen, että ohjaimesta alettiin muokata tietokonekäyttöön soveltuva input-laite. (Johnny Chung Lee, Projects, Wii. 2012, hakupäivä 10.4.2012)

Wiimote on langaton yhden käden peliohjain (kuva5). Ohjain sisältää yhteensä kaksitoista painiketta, joista neljä on neljäsuuntaisessa nuolivalitsimessa ja yksi ohjaimen alapuolella olevassa liipaisimessa. Ohjain sisältää myös kauittimen, neljä lediä ja värinämoottorin.



*KUVA 5. Nintendo Wiimote*

Ohjaimen alalaidassa on Nintendon tekemä kuusipinninen liitin lisäohjaimia varten. Yleisin porttiin liitettävä ohjain on Nintendo Nunchuk, joka sisältää



pienen peukalolla ohjattavan joystickin ja kaksi nappia.(WiiBrew. 2012, hakupäivä 8.5.2012)

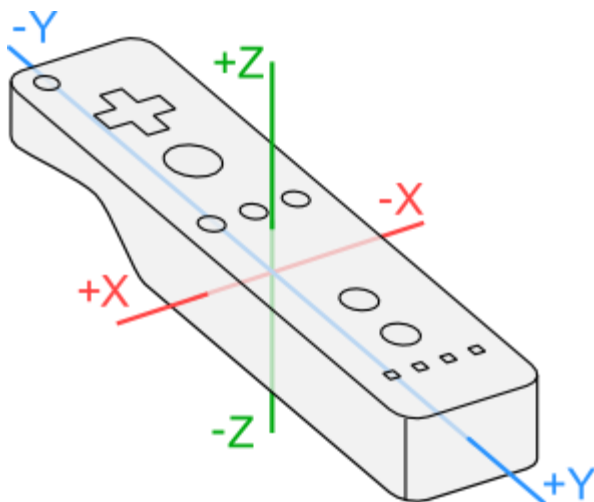
Wiimotelle on olemassa erilaisia emulaattoreita, joilla on mahdollista emuloida Wiimotea normaalina tietokoneen hiirenä, mutta työn tilaaja halusi, että ohjain on käytettävissä ilman erillisiä emulaattoreita. Tämä helpottaa ohjaimen käyttöä Tundrassa, koska Wiimoten käytön mahdollistava komponentti on käynnistettävissä suoraan Tundrasta, ilman että taustalla on oltava erillinen emulaattori käynnistettynä.

### **2.2.1 Infrapunakamera**

Nintendo Wiimote sisältää infrapunakameran, jonka tarkkuus on 1024 x 768 pikseliä. Kamerassa on 100 hertsin virkistystaajuus, joten se ottaa uuden kuvan sata kertaa sekunnissa. Tämä mahdollistaa sulavan liikkeen Wiimotella ohjattavalle kursorille. Infrapunakamera yhdessä antureiden kanssa mahdollistaa ohjaimella tapahtuvan ohjauksen. Infrapunakameran kanssa on mahdollista käyttää Nintendon tekemään Sensor Baria, joka sisältää infrapunaLED:jä. Infrapunakamera osaa lukea LED:ien lähettämää infrapunavaloa ja näin päätellä ohjaimen asennon ja liikkeet. Yksistään infrapunakameralla tehty ohjaus ei ole tarkka, vaan lisäksi on käytettävä ohjaimen sisältämiä antureita. Kamera on sijoitettu Wiimoten yläreunaan mahdollisimman hyvän näkymän takaamiseksi. (WiiBrew. 2012, hakupäivä 10.4.2012)

## 2.2.2 Anturit

Nintendo Wiimote sisältää kolmeakselisen kiihtyvyyssanturin joka on juotettu Wiimoten piirilevyn pintaan. Piirin malli on ADXL330 ja sen on valmistanut Analog Devices. Anturi tunnistaa kiihtyvyydet, jotka ylittävät +/-3g voimat, 10 %:n herkkyydellä. Kuvassa 6 on nähtävillä akselit joiden liikkeet kiihtyvyyssanturi tunnistaa.



*KUVA 6. Nintendo Wiimoten kolmeakselisen kiihtyvyyssanturin seuraamat akselit. (WiiBrew. 2012, hakupäivä 8.5.2012.)*

## 2.2.3 Bluetooth-radio

Wiimote käyttää tietokoneen kanssa yhteydenpitoon Bluetooth HID -protokollaa teknologiaa. Tämä protokolla perustuu USB HID -standardiin. Näin ollen tietokone näkee Wiimoten aivan tavallisena Bluetooth laitteena. Tämä mahdollistaa langattoman käytön, joka tällaisessa laitteessa on aivan ehdoton ja edustaa nykyaikaista suuntautumista peliohjaimissa. Bluetooth-piirinä Wiimotessa on Broadcom BCM2042. (WiiBrew. 2012, hakupäivä 10.4.2012.)

### 3 VIRTUAALIMAAILMOJEN OHJELMOINTI

Tässä osassa käydään läpi, mitä virtuaalimaailmat ovat, sekä kerrotaan mikä on RealXtend Tundra, mihin niitä käytetään ja mitä niiden käyttämiseen vaaditaan.

#### 3.1 Virtuaalimaailmat

Virtuaalimaailmat ovat kolmiulotteisia virtuaalitodellisuuksia. Ne on siis keinotekoisia ja voivat olla kokonaan mielikuvituksellisia tai voivat mukailla jotain todellista tilaa. (Virtuaalitodellisuus, Wikipedia. 2012, hakupäivä 17.4.2012)

Yksittäinen 3D-objekti ei vielä ole virtuaalimaailma. Virtuaalimaailmat koostuvat paljon laajemmasta kokonaisuudesta, jossa liikutaan yleensä avatarilla. Avatar voi olla ihan millainen hahmo tahansa, jonka voi valita itselleen sopivan tai muokata mieleisen. Virtuaalimaailmassa on mahdollista liikkua ilmankin avataria, esimerkiksi tilanteessa, jossa esitellään jotain virtuaaliympäristöä.

Virtuaalimaailmassa käyttäjä kokee immersion eli tunteen siitä, että hän on sisällä ja osana maailmaa. Käyttäjällä on myös interaktiivisessa kosketuksessa maailmaan eri tavoin. Liikkumiseen virtuaalimaailmoissa voi käyttää aivan tavallista tietokonehiirtä ja näppäimistöä, mutta muitakin mahdollisia laitteita ohjaamiseen on yleensä tuettuna, kuten joystick, puheen tunnistus, peliohjaimet ja liikeentunnistimet (kuva7). (How virtual reality works. 2012, hakupäivä 17.4.2012.)



*KUVA 7. Virtuaalimaailman ohjaamista HMD-laitteella ja datahanskoilla. (Strickland 2011, hakupäivä 17.4 2012.)*

Tunnetuin ja johtava 3D-virtuaalitodellisuus tällä hetkellä on Second Life, jolla on miljoonia käyttäjiä. Second Life tarjoaa virtuaalitodellisuuden, jossa käyttäjä voi luoda oman avatarin, ostaa vaatteita, maata ja erilaisia esineitä, käydä näillä kauppaa ja tehdä rahaa, jolla hän voi tehdä hankintoja. On myös mahdollista osallistua erilaisiin tapahtumiin, kuten konsertteihin tai muotinäytöksiin, pelata pelejä muiden henkilöiden kanssa. Asiakasohjelma on ilmainen, joten alkuun pääseminen ei maksa mitään. Second Lifen on julkaissut Linden Lab vuonna 2003 (kuva8). (Second Life. 2012, hakupäivä 17.4.2012)



*KUVA 8. Kuvakaappaus Second Life -maailmasta. (Second Life 2012, hakupäivä 17.4.2012).*

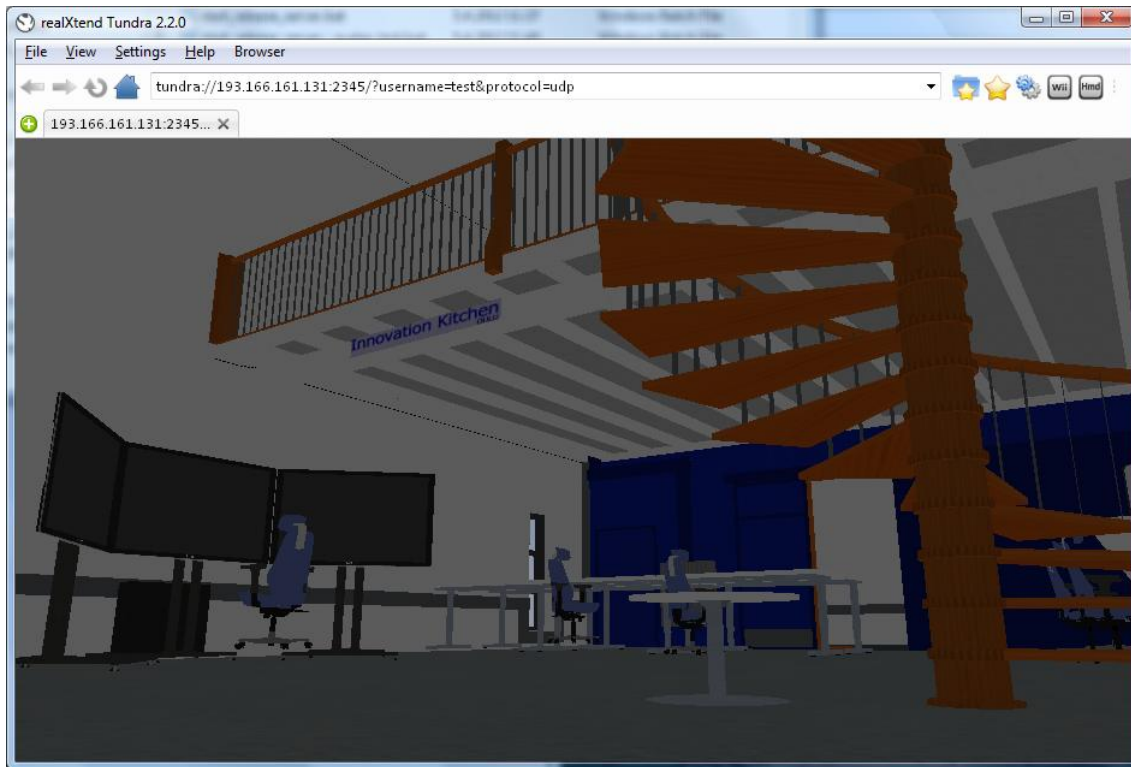
Virtuaalimaailmoja käytetään moneen eri tarkoitukseen esimerkiksi teollisuudessa, tutkimuksissa ja suunnittelutöissä. Tällaisia kohteita ovat muun muassa tähtitieteessä avaruuden tutkimus, lento- ja autosimulaatiot ja arkkitehtuurissa talojen ja tilojen suunnittelu. Teollisuudessa 3D-mallin mukaan voidaan koneistaa erilaisia esineitä. Virtuaalimaailmoja voidaan käyttää myös aivan viihdekäytössä. Virtuaalimaailmassa on mahdollista järjestää konsertteja ja näyttelyitä. Erilaiset peliympäristötkin ovat yleisiä. (University of Groningen. 2012, hakupäivä 16.4.2012)

### 3.2 RealXtend

RealXtend on vapaata lähdekoodia käyttävä virtuaalimaailmakehitysalusta, jota pääsääntöisesti kehittää RealXtend-säätiö. Säätiöön kuuluu useita yrityksiä ja yksityisiä henkilöitä, jotka kehittävät alustaa työkseen, mutta mukana on myös henkilöitä harrastuspohjalta. Kehityksessä mukana on myös kansainvälisiä yrityksiä. Säätiö on perustettu huhtikuussa 2011. Tämän hetkisiä jäseniä ovat: Center for Internet Excellence, Adminotech Ltd, Evocativi Ltd, Ludocraft Ltd, Playsign Ltd, Letwory Interactive ja ENNE Ltd. (Kauppalehti Lehdistötiedote. 2008, hakupäivä 3.2.2012) RealXtend Tundra on Apache 2 lisenssin alainen. (RealXtend. 2012, hakupäivä 10.2.2012)

RealXtend aloitti Tundran kehityksen 2010 ja tällä hetkellä virallinen julkaisu on 2.2.0 -versio. Tundra SDK löytyy tällä hetkellä Windows-, Linux- ja OSX-käyttöjärjestelmille. Tundra on viimeisin RealXtendin julkaisuista ja ennen Tundraa RealXtend kehitti Naali-virtuaalimaailmakehitysalustaa. Naali oli asiakasohjelma joka vaati palvelimeksi Taiga-nimisen sovelluksen. Naali ja Taiga pohjautuivat OpenSim alustaan. OpenSim on vapaata lähdekoodia käyttävä, useaa eri käyttöjärjestelmää tukeva, useaa käyttäjää tukeva virtuaalimaailmakehitysalusta. Sillä voi luoda virtuaalimaailmoja joihin voi yhdistää erilaisilla asiakasohjelmilla. OpenSim on BSD-lisenssin alainen. Taulukossa 1 on esitelty RealXtendin julkaisuhistoria. (OpenSimulator. 2012, hakupäivä 30.5.2012)

Tundra sisältää sekä asiakasohjelman että palvelinosan. Kuvassa 9 on kuvakaappaus Tundra 2.2.0 -version asiakasohjelmasta, yhdistettynä virtuaalimaailmaan.



*KUVA 9. RealXtend Tundra 2.2.0 -version asiakasohjelmalla yhdistetty Oulun VTT:n Innovation Kitchen:iin*

*TAULUKKO 1. RealXtendin versiot ja julkaisuvuodet (GitHub RealXtend/taiga 2012, hakupäivä 30.5.2012, Google code realXtend-naali. 2012. Hakupäivä 30.5.2012)*

<b>Julkaisun nimi</b>	<b>Julkaisuvuosi</b>	<b>Viimeisin versio</b> (30.5.2012)	<b>Tuetut alustat</b>
Tundra	2011, versio 1.0.0	2.3.3	Windows, Linux ja Mac
Naali	2009, versio 0.0.2	0.4.0	Windows, Linux ja Mac
Taiga	2010, versio 0.1.0	0.2.0	Windows ja Linux

Tundra on ilmainen ja lähdekoodi on kaikkien ladattavissa, joten se on mainio alusta alkaa kehittää Tundraa itse ja olla mukana kehityksessä. Mahdollista on myös yllä pitää omaa Tundra-palvelinta jonne voi yhdistää kuka tahansa, mistä tahansa. RealXtend Tundra eroaa muista virtuaalimaailmoista siten, että jokainen käyttäjä voi luoda oman virtuaalimaailman. (RealXtend 2012, hakupäivä 10.2.2012).

Tässä työssä keskityttiin ainoastaan Windows-alustaan. Työ olisi silti helppo kääntäämuille alustoille, koska koko Tundra on suunniteltu ja ohjelmoitu siten, että se on helppo kääntää myös muille alustoille.

Tundran kääntäminen lähdekoodista ei ensimmäisellä kerralla ole aivan yksinkertainen tai helppo asia, mutta RealXtendin kehittäjät ovat tehneet hyvän manuaalin kuinka työ saadaan onnistuneesti hoidettua. Työtä helpottavat nykyisten versioiden mukana tulevat pienet komentosarjat, jotka hakevat automaattisesti Tundran kääntämisessä tarvittavia riippuvuuspaketteja.

RealXtend Tundran lähdekoodi ja kääntämisessä tarvittavat riippuvuus paketit ovat vapaasti kaikkien saatavilla RealXtendin omasta Git-versionhallinnasta. Lähdekoodin voi ladata käyttämällä Git-versionhallintasovellusta, joka hakee käyttäjän määrittelemän version RealXtendin versionhallinnasta. Tässä työssä haettiin työn aloitus hetkellä uusin tarjolla oleva versio joka oli 2.2.0 -versio. Lähdekoodin mukana tulee komentosarja joka käynnistettäessä hakee Tundran kääntämiseen tarvittavat riippuvuuspaketit.

Riippuvuuspaketit sisältävät muun muassa Ogre -paketit, joita Tundra käyttää. Ogre on vapaanlähdekoodin grafiikkamoottori, josta on tullut suosittu yhteisöissä, jotka ovat grafiikan ja vapaanlähdekoodin kanssa tekemisissä. (Ogre open source graphics engine 2012, hakupäivä 2.2.2012)



## 4 TOTEUTUS

Tässä luvussa käydään läpi mitä kaikkea vaadittiin siihen, että RealXtend saatiin muutettua siten, että avatarin ja objektien hallinta toteutetaan Wiimote-ohjaimella ja HMD –silmiä näytöllä. Luvussa kuvataan mitä ohjelmistokehitysympäristöä käytettiin, mitä muita ohjelmia se vaati ja millaisia muutoksia ohjelmakoodiin tehtiin.

### 4.1 Työkalut

#### 4.1.1 Microsoft Visual Studio 2008 Professional

Microsoft Visual Studio 2008 on Microsoftin kehittämä ohjelmistokehitysympäristö. Ohjelmasta on tarjolla ilmainen kokeiluversio, mutta siitä on karsittu joitakin ominaisuuksia (Microsoft Visual Studio 2008. 2012. Hakupäivä 17.4.2012). Tässä insinööriyössä oli käytössä ammattilaisversio, joka oli pakollinen kun käännettiin HMD-moduulia Vuzix ohjelmistokehitysalustan kanssa. Vuzix ohjelmistokehitysalusta vaatii tiettyjä kirjastoja käännösvaiheessa, joita ei löydy Visual Studion ilmaisversiosta.

#### 4.1.2 Notepad++ v5.5.1

Notepad++ on vapaan lähdekoodin projekti editori, joka on paljon laajempi kuin Windowsin oma Notepad ja tukee useita ohjelmointikieliä. Notepad++ on GPL-lisenssin alainen (Notepad++. 2012. Hakupäivä 17.4.2012). Tätä työkalua käytin JavaScriptien tekemiseen ja muokkaamiseen. Windowsin oma Notepad ei ole riittävän laaja soveltuakseen tällaiseen työhön. Notepad++ ohjelmassa on suora tuki JavaScriptille, joka helpottaa huomattavasti tekemistä.

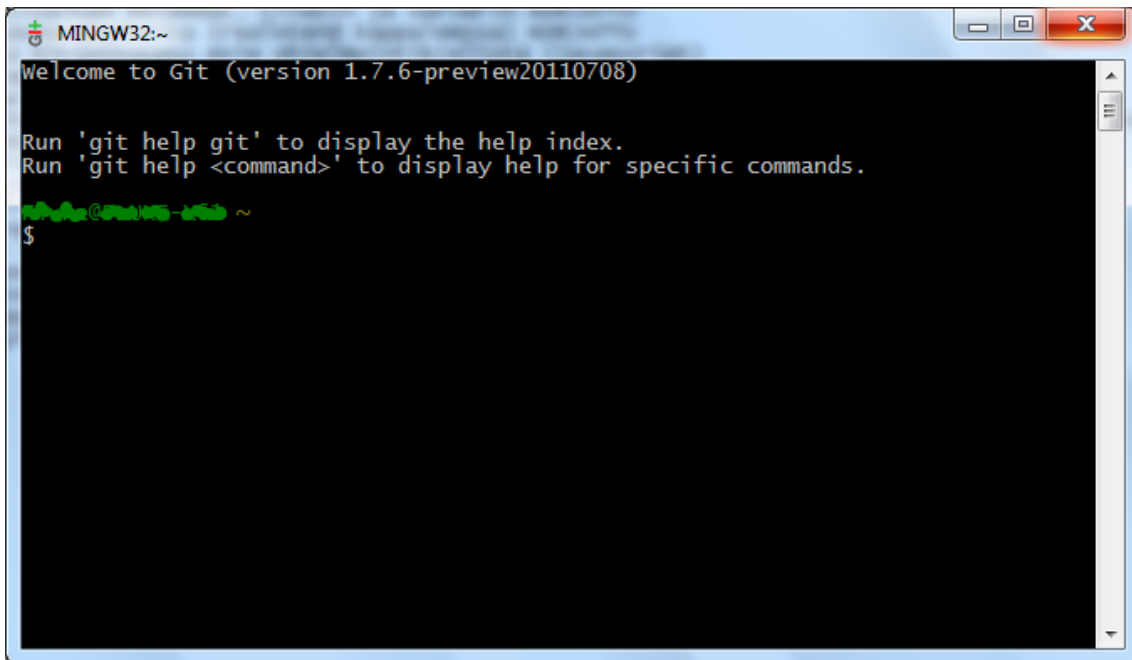
#### 4.1.3 CMake

CMake on alustariippumaton, vapaata lähdekoodia käyttävä käännösalausta. Cmake sisältää työkalut ohjelmistojen kääntämiseen, testaamiseen ja paketoimiseen. CMake generoi makefile nimisen tiedoston, jota

ohjelmistonkehitysympäristöt osaavat käyttää (CMake. 2012.Hakupäivä 17.5.2012). Makefile on tiedosto joka sisältää ohjelmistonkehitysympäristölle tarpeellisia tietoja,esim mistä paketeista mikäkin moduuli on riippuvainen. Liitteessä 2 on HmdModulen ja liitteessä 3 WiiModulen Makefile-tiedostot.

#### 4.1.4 Git 1.7.4

Git on versionhallintasovellus, jonka tarkoitus on helpottaa koodin jakamista. Git-asiakasohjelmalla ladataan lähdekoodia GitHub nimisestä ohjelmavarastosta. GitHubilla on yli miljoona käyttäjää ja yli kaksi miljoonaa ohjelmavarastoa (GitHub. 2012. Hakupäivä 17.4.2012). GitHub-sovelluksella ladattiin Tundran lähdekoodi RealXtendin ohjelmavarastosta. Ohjelmavarasto löytyy osoitteesta <https://github.com/realXtend/naali>. Kuvassa 10 on komentoriviltä käytettävä Git Bash ja kuvassa 11 graafisella käyttöliittymällä varustettu Git GUI.

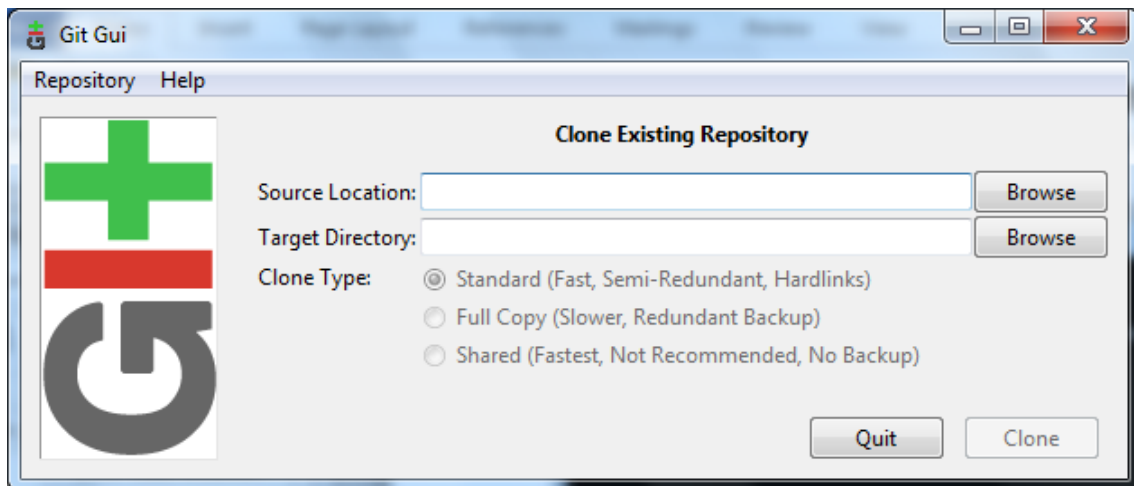


```
MINGW32:~
Welcome to Git (version 1.7.6-preview20110708)

Run 'git help git' to display the help index.
Run 'git help <command>' to display help for specific commands.

git@realxten:~$
```

KUVA 10.Komentorivityylinen Git Bash



KUVA 11. Graafisella käyttöliittymällä varustettu Git GUI

#### 4.1.5 Doxygen

Doxygen on koodin dokumentointityökalu, joka tukee C++-, C-, Jav-a, Objective-C-, Python-, IDL-, Fortran-, VHDL-, PHP-, C# -ohjelmointikieliä. Doxygen tekee automaattisesti koodista dokumentaation sillä formaatilla minkä käyttäjä on valinnut. Tässä insinööriyössä hyödynnettiin dokumentaatioissa HTML-formaattia (Doxygen. 2012. Hakupäivä 8.5.2012). Liitteen 1 kaavio on tehty Doxygen dokumentointityökalulla.

#### 4.2 Tarvittavat ohjelmistokehitysalustat ja kirjastot

Vuzix Wrap 920 VR HMD -näyttölaitteelle käytettiin Vuzixin tekemää Vuzix-ohjelmistokehitysalustaa, joka oli työn tekohetkellä versio 3.1.1, ja Wiimoten käyttöönottoon WiiYourself 1.15 C++ -kirjastoa, joka on ohjelmoitu C++-ohjelmointikielellä. Tundraan tehtiin kokonaan omat moduulit, johon sisällytettiin edellä mainittu ohjelmistokehitysalusta ja kirjasto. Loput ohjelmoitiin C++-ohjelmointikielellä sekä JavaScriptillä.

##### 4.2.1 Vuzix SDK:n versio 3.1.1

Vuzix SDK on Vuzixin kehittäjille tarjoama ohjelmistokehitysalusta. Sen saaminen vaatii anomuksen Vuzixilta, joka tarkoittaa sitä, että käyttäjä antaa

tietonsa ja pienen kuvauksen siitä mihin aikoo käyttää Vuzix-ohjelmistokehitysalustaa. Hyväksytyn anomuksen jälkeen Vuzix lähettää kehittäjälle linkin, jonka kautta kehittäjä voi ladata ohjelmistokehitysalustan.

Vuzix ohjelmistokehitysalusta sisältää neljä esimerkki sovellusta, joista kolme käsittelee 3D:tä ja yksi tulostaa pieneen ikkunaan dataa lasien antureilta. Lisäksi mukana on todella kattava pdf-dokumentaatio ja ohjelmoinnissa tarvittavia kirjastoja sekä header -tiedostoja.

#### **4.2.2 WiiYourself 1.15-C++ -kirjasto**

WiiYourself 1.15 C++ kirjasto perustuu Brian Peekin tekemään Wiimote kirjastoon ja nykyiseen muotoon sen on tehnyt henkilö, joka käyttää itsestään nimimerkkiä "gl.tter". Kirjasto on vapaasti käytettävissä ilmaisissa sovelluksissa, muutamia poikkeuksia lukuunottamatta, joista yksi on sotilaallinen käyttö.(WiiYourself, native c++ wiimote library. 2012)

WiiYourself kirjasto sisältää yhden esimerkki sovelluksen joka tulostaa windowsin konsoliin Wiimoten kiihtyvyyssanturin tietoja ja nappien painalluksia. Mukana on myös kääntämisessä tarvittavat kaksi tiedostoa, jotka lisätään omaan projektiin ennen kääntämistä. WiiYourself kirjaston käytössä on muutamia asioita, jotka tulee ottaa huomioon ennen sen onnistunutta käyttöä. Tarkemmat tiedot ja ohjeet tulevat kuitenkin mukana olevassa ReadMe.txt tiedostossa. WiiYourself on ladattavissa ilmaiseksi käyttäjän gl.tter kotisivuilta <http://wiiyourself.gl.tter.org/>.(WiiYourself, native c++ wiimote library. 2012)

### 4.3 Moduuleiden toteutus

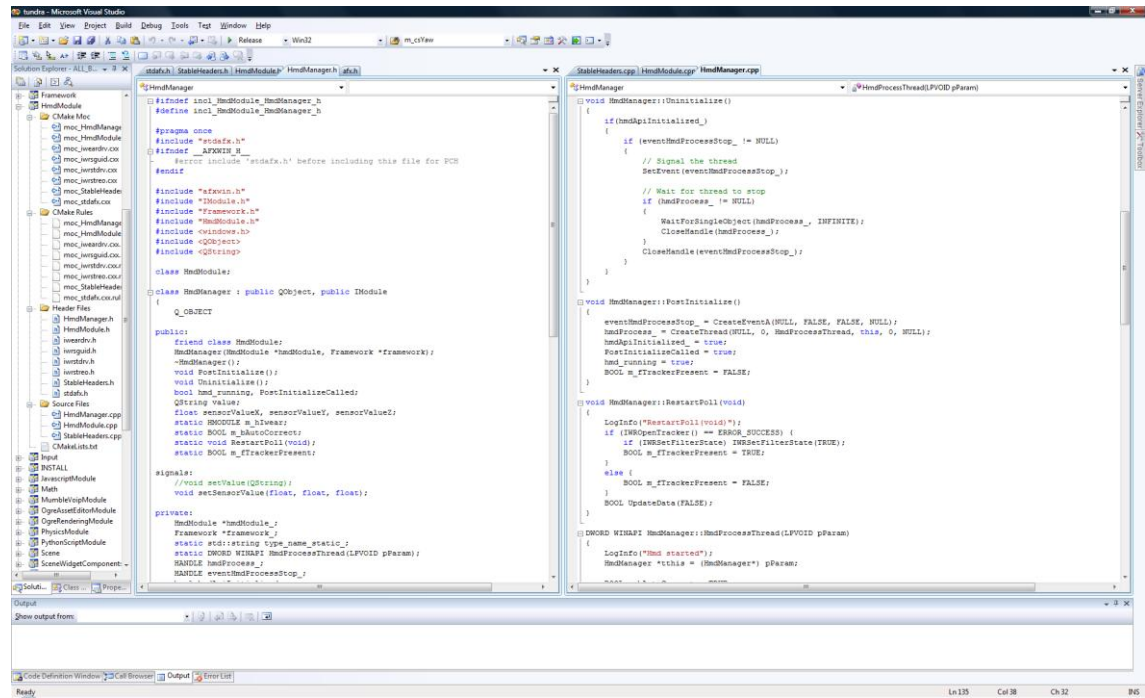
Tässä osassa käydään läpi vaiheet miten päästiin valmiseen lopputulokseen, mitä se vaati ja miten ongelmat ratkottiin.

Projektissa käytettiin alustana RealXtend Tundra 2.2.0 -versiota, joka oli tämän insinööriyön aloitusvaiheessa uusin versio. Insinööriyön tekovaiheessa julkaistiin uudempia versioita, mutta niihin vaihtamisessa kesken työn ei olisi saavutettu mitään etua. RealXtendin ja insinööriyön tekotavan mukaan kuitenkin insinööriyön vaiheet ovat helposti päivitettävissä uudempiin RealXtend versioihin.

Projektin teko aloitettiin lataamalla uusin versio Tundrasta RealXtendin ohjelmavarastosta Git-versionhallinta sovelluksella. Valmiin latauksen jälkeen käynnistettiin mukana tullut komentorivi, joka lataa kääntämisessä tarvittavat riippuvuuspaketit. Riippuvuuspakettien ladaututtua on mahdollista kääntää Tundra ensimmäistä kertaa. Tämä tapahtui käynnistämällä Microsoft Visual Studio 2008 –ohjelmankehitysympäristösovelluksessa latauksen mukana tullut tundra.sln-tiedosto. Kun Tundra oli käännetty onnistuneesti voitiin siirtyä itse insinööriyön vaiheisiin.

### 4.3.1 Vuzix Wrap 920 VR Head-mounted display

Kuvassa 12 on HMD -moduulin ohjelmakoodia.



KUVA 12. MS Visual Studio 2008 kuvankaappaus HMD-moduulista

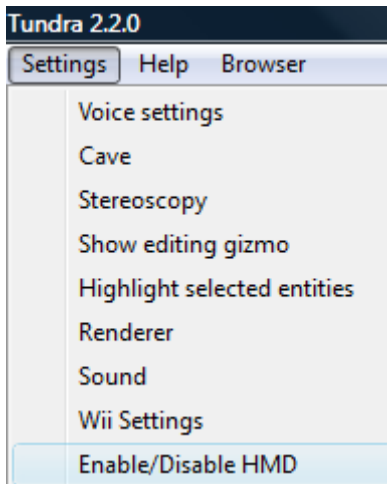
Onnistuneen RealXtendin kääntämisen jälkeen lisättiin RealXtendin src/Application-kansion alle muiden moduulien lisäksi moduuli nimeltään HmdModule, jonne lisättiin kaikki Vuzix-ohjelmistokehitysalustan mukana tulleet tiedostot. Tämän jälkeen avattiin RealXtendin CMake-tiedosto, jonne määriteltiin uusi moduuli, joka nimettiin samalla nimellä kuin aikaisemmin luotu kansio. Tämä CMake-tiedosto osaa lisätä käännösvaiheessa sille määritetyt moduulit Tundran sisälle. Ennen käännöstä täytyi vielä kertoa Cmake-tiedostolle, mitä muita RealXtendin moduuleja HMD-moduuli käyttää ja mistä muista moduuleista se on riippuvainen. HMD-moduuli on riippuvainen Framework-, Console-, Input-, OgreRenderingModule- ja JavascriptModule-moduuleista, joihin se pääsee käsiksi IModule-moduulin kautta (liite 1). Tämä oli vaikea osa projektissa, koska aluksi ei ollut aivan selvää, mitä kaikkea HMD-moduuli tulee tarvitsemaan. Pitkän dokumentaation lukemisen ja testaamisen

jälkeen asia ratkesi ja olikin loppujen lopuksi hyvin yksinkertainen. Projekti kääntyi onnistuneesti ensimmäistä kertaa lisätyn moduulin jälkeen.

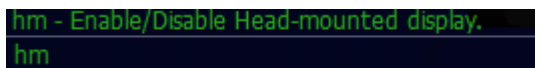
RealXtendin käynnistyttyä täytyi olla mahdollisuus käynnistää HMD-moduuli RealXtendistä. Tämä tapahtui ohjelmoimalla LoginBrowser.js-tiedostoon komennot moduulin käynnistämiseen. RealXtendiin tehtiin mahdollisuus käynnistää moduuli kolmesta eri paikasta, Menu-palkissa Settings -välilehden alta kohdasta Enable HMD, RealXtendin selainikkunasta olevasta HMD-painikkesta ja kirjoittamalla konsoliin "hm". Moduuli on myös mahdollista sammuttaa samoista kohdista. HMD-moduuli täytyi myös määritellä viewer-browser.xml-tiedostoon, että Tundra osaa ladata moduulin käynnistykseen yhteydessä. Kuvissa 13, 14 ja 15 on esitelty kohdat, mistä HMD-moduulin voi käynnistää.



*KUVA 13. Kuvankaappaus RealXtend Tundrasta. Hmd-painike, josta mahdollista käynnistää tai sammuttaa HMD-moduuli*



*KUVA 14. Kuvankaappaus RealXtend Tundrasta. Settings valikossa oleva Enable/Disable valinta, josta mahdollista käynnistää tai sammuttaa HMD-moduuli*



*KUVA 15. Kuvankaappaus RealXtend Tundrasta. Painamalla F1-painiketta näppäimistöltä avautuu konsoli johon kirjoittamalla "hm" on mahdollista käynnistää tai sammuttaa HMD-moduuli*



Näitä ongelmia ratkoessa tärkein apu oli RealXtend-yhteisön oma dokumentaatio RealXtend doxygen ja irc-keskustelukanava #realxtend-dev, jossa kehittäjät kohtaavat ja keskustelevat sekä jakavat Tundraan liittyviä neuvoja.

#### 4.3.2 Nintendo Wiimote

Nintendo Wiimotelle oli jo valmiiksi aikaisemmasta harjoitteluprojektista moduuli, mitä oli tässä insinööriyössä tarkoitus hyödyntää ja jalostaa. Työ oli eräänlainen jatkumo edelliseen työhön. Tarkoitus oli siis, että Nintendo Wiimotella oli mahdollista hallita erilaisia objekteja virtuaalimaailmassa. Aikaisemmassa harjoitteluprojektissa Wiimotella ohjattiin avataria, mutta nyt oli tarkoitus muuttaa moduulia ja avatarinhallintaan olevaa JavaScript-tiedostoa siten, että Wiimote toimii eräänlaisena osoitinlaitteena jolla ohjataan kursoria RealXtendissä. Tällä kursorilla voidaan valita objekti RealXtendissä, esimerkiksi talon sisällä oleva pöytä, ja siirtää sitä paikasta toiseen.

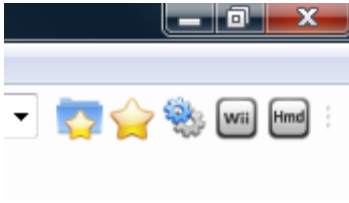
Ennen kuin Wiimotea oli mahdollista käyttää RealXtendissä piti se parittaa tietokoneen kanssa jolla sitä aiottiin käyttää aivan kuten normaalia Bluetooth-laitetta. Parittaminen tapahtuu siten, että Windowsissa aukaistaan Bluetooth-laittevalikko ja valitaan laitteen paritus. Nyt Wiimotesta painettiin pohjaan napit 1 ja 2. Kun windows on tunnistanut laitteen Bluetooth HID-laitteeksi nimellä Nintendo RVL-CNT-01 voitiin vapauttaa napit 1 ja 2. Parittaminen tehdään ilman koodia, jota windows ehdottaa parituksen yhteydessä. Tämä sotkisi yhteyden ja se ei toimisi.

Kun wiimote-moduuli käynnistettiin sen sisällä käynnistyi säie, joka luki Wiimoten nappien painalluksia. Kun jotain Wiimoten nappia painettiin se tieto lähetettiin Qt-ohjelmointikielen Signal & Slot menetelmällä avataria ohjaavalle simpleavatar.js javascript tiedostolle. Simpleavatar.js tiedostossa on kohta jossa määritellään mitä tietyn napin painalluksella tapahtuu.

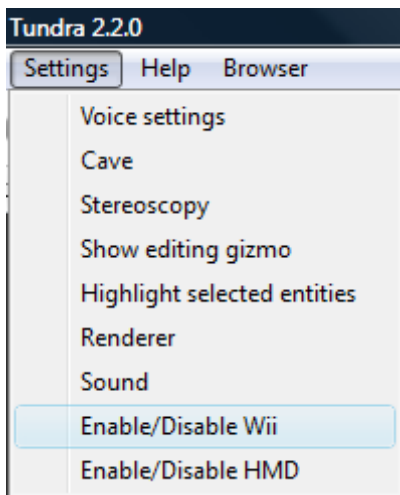
Hiirikursorin ohjaus toteutettiin siten, että kursori liikkuu vain silloin, kun Wiimoten B nappi oli painettuna pohjaan. Tämä siksi, että Wiimote heiluu helposti kädessä mikä johtaisi siihen, että kursori olisi koko ajan liikkeessä. Hiiren vasemman napin painallus ohjelmoitiin Wiimoten A nappiin ja hiiren oikean napin painallus Wiimoten --nappiin.

Aikaisempi näppäimistöllä toteutettu avatarin liikuttelu ohjelmoitiin Wiimoten Nunchuck-lisäohjaimen. Nunchuckin peukalolla ohjattavalla joystickillä ohjattiin avataria eteen taaksen ja sivuille. Lisäohjaimen C ja Z napeilla oli mahdollista ohjata avataria ylös ja alas lentomoodissa. Lentomoodi aktivoituu Wiimoten napilla 1.

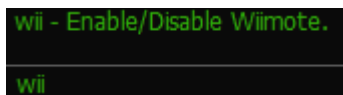
Samoin kuten HMD-moduuli, Wiimote-moduuli oli mahdollista käynnistää Tundrassa kolmesta eri kohdasta: Menu-palkissa Settings välilehden alta kohdasta Enable Wii, Tundran selainikkunasta olevasta Wii painikkeesta ja kirjoittamalla konsoliin "wii". Moduuli sammui myös samoista kohdista. Kuvissa 16, 17 ja 18 on esitelty kohdat joista Wii-moduulin voi käynnistää.



KUVA 16. Kuvankaappaus RealXtend Tundrasta. Wii-painike, josta mahdollista käynnistää tai sammuttaa Wii-moduuli



KUVA 17. Kuvankaappaus RealXtend Tundrasta. Settings valikossa oleva Enable/Disable valinta, josta mahdollista käynnistää tai sammuttaa Wii-moduuli



KUVA 18. Kuvankaappaus RealXtend Tundrasta. Painamalla F1-painiketta näppäimistöltä avautuu konsoli johon kirjoittamalla "wii" on mahdollista käynnistää tai sammuttaa Wii-moduuli

## **5 KOKONAISUUDEN TESTAAMINEN**

### **5.1 Testaussuunnitelma**

Heti projektin aloitusvaiheessa oli selvää, että testaamista täytyy suorittaa sitä mukaa, kun uutta toiminnallisuutta tulee. Näin selviää esimerkiksi, käynnistyykö uusi lisätty moduuli tai toimiiko moduuliin tehty säie. Tämä siksi, että oli helpompi ratkoa ongelmia, kun tiesi, mitä viimeksi on lisätty. On hankalaa paikantaa ongelmaa, jos on ohjelmoitu useita eri toimintoja ja jokin toiminto lopettaa toimintansa. Yhden toiminnallisuuden lisäämisen jälkeen ongelmaa on helppo paikantaa ja sitä mukaa korjata se.

Projektin loppuvaiheessa suoritettiin kattava lopputestaus, jossa molemmat moduulit testattiin yhdessä. Tästä lisää luvussa 5.2.2 Lopputestaus.

### **5.2 Testaustulokset**

#### **5.2.1 Testaaminen ohjelmoinnin yhteydessä**

Onnistuneen HMD-moduulin lisäyksen ja sen sisältämän koodin kirjoituksen jälkeen moduulin toimitaa testattiin käynnistämällä RealXtend. HMD-moduulin käynnistäminen aiheutti RealXtendin välittömän kaatumisen, mikä paikannettiin nopeasti siihen, että tyhjä säie toimi niin nopeasti, että se tukki RealXtendin kaiken muun toiminnallisuuden. Vika korjaantui kuitenkin nopeasti lisäämällä moduulille toiminnallisuutta, joka tässä vaiheessa testaamisen kannalta oli pieni tekstin tulostus RealXtendin konsoliin yhden sekunnin viiveellä. Nyt säikeellä oli jotain toiminnallisuutta ja se ei ”tukkinut” koko RealXtendiä ja nyt säie oli valmis siihen, että sille pystyi ohjelmoimaan HMD-silmikkonäytön anturidatan lukemisen. Tekstin tulostus poistettiin sen jälkeen, kun silmikkonäytölle ohjelmoitu toiminnallisuus oli toteutettu.

Wiimotella tapahtuvassa objektien hallinnassa havaittiin, että objektin valinta ja sen liikuttelun aktivoiminen oli monimutkainen. Aluksi valinta ja aktivoiminen vaati, että tietokoneen näppäimistöä painettiin Shift + S-näppäinyhdistelmää,

avautuvasta valikosta valittiin haluttu objekti, painettiin hiiren vasenta nappia ja valittiin Edit, jonka jälkeen painettiin Wiimoten nappia A vielä objektin kohdalla. Nyt vasta objekti oli liikutettavissa. Näppäimistön käytöstä oli päästävä eroon koska työn tavoitteena oli, että hallinta toimii pelkästään Wiimote-ohjaimella ja HMD-silmikkönäytöllä. Tämä saatiin korjattua tekemällä simpleavatar.js -tiedostoon funktio joka avasi Entity-Component Editor -valikon, kun Wiimoten nappia + painettiin. Entity-Component Editor mahdollistaa objektin hallinnan välittömästi, ilman että muita valikoita tarvitsisi avata. Näin monimutkainen ja näppäimistöä vaatinut keino saatiin yksinkertaistettua yhden napin taakse.

Wiimotella ohjatessa ongelmana oli, että kursori meni yli työpöydän rajojen. Kursoria oli mahdollista ohjata loputtomasti työpöydän rajojen yli, minkä jälkeen se oli ohjattava takasin. Kursorin raja-alue piti saada toimimaan, kuten se toimii normaalisti työpöydällä hiirellä ohjattaessa, eli että kursori pysähtyy työpöydän rajoille eikä pääse niistä yli. Tämä onnistui tekemällä ohjelmakoodiin ehtolauseita, jotka ensin hakevat näytön resoluution muuttujiin, ja sen jälkeen tarkistavat, että saavuttaako kursori raja-arvot. Jos kursori tulee työpöydän rajalle, ehtolauseet varmistavat, että kursori ei pääse sen kauemmas. Koska kursorin paikkatieto luetaan sen kärjestä, oli sen sijainnista vähennettävä yksi pikseli, kun saavutettiin joko työpöydän ala- tai vasen laita. Muuten kursori piirtyi vastakkaiselle laidalle.

### **5.2.2 Lopputestaus**

Lopputestauksessa testattiin HMD- ja Wiimote -moduulia yhdessä. Molemmat käynnistettiin ja ensimmäiseksi testattiin yksinkertaista avatarin ohjaamista RealXtendiin mallinnetussa huoneistossa. Avataria ohjattiin huoneistossa paikasta toiseen käyttämällä Wiimoten Nunchuk -ohjainta ja samalla tarkasteltiin toimiiko ohjaus kuten se oli suunniteltu. Testauksessa ei huomattu puutteita tai virheitä ja näin ollen avatarin hallinta toimi aivan kuten se oli suunniteltu.

Lopputestaamisen yhteydessä huomattiin, että HMD -silmikkonäytön johto, joka kytkettiin tietokoneeseen oli hieman lyhyt. Avataria ohjattaessa joutuu kääntyilemään ympäriinsä ja lyhyt johto rajoittaa hieman liikkumista.

Seuraavaksi testattiin virtuaalimaailmassa olevien objektien hallintaa. Avatar ohjattiin tuolin eteen, painettiin Wiimoten +-nappia jotta saatiin valikko Entity-Component Editor auki. Seuraavaksi kursori ohjattiin sen objektin kohdalle jota tahdottiin käsitellä ja painettiin Wiimoten nappia A. Nyt tuoli oli liikutettavissa x-, y- tai z-akselilla. Hiiren kursorilla valittiin akseli, tartuttiin tuolista kiinni pitämällä Wiimoten nappia A pohjassa ja siirrettiin sitä haluttu määrä. Liikuttelussa ei huomattu puutteita tai virheitä ja se todettiin toimivaksi.

## 6 REALXTEND TUNDRAAN TEHDYT MUUTOKSET

Muokkaamattomassa Tundrassa avatarin ja koko käyttöliittymän hallinta on suunniteltu tehtävän perinteisellä näppäimistöllä ja hiirellä. Tässä työssä haluttiin muuttaa Tundraa siten, että avatarin pään liikkeet ohjataan HMD-laitteen antureilla ja hiirtä hallitaan Nintendon Wiimotella. HMD-laite parantaa virtuaalimaailman immersiota ja saa paremman tunteen siitä, että käyttäjä on osa virtuaalimaailmaa.

Wiimotella tehdyn hiiren ohjauksen kanssa työn toteutusvaiheessa oli välillä vaikeita ongelmia. Aloituspalaverissa päätettiin, että Wiimotella ohjattava hiiri ei tarvitsisi mitään ulkopuolista komponenttia esimerkiksi emulaattoria vaan, että kaikki olisi ohjelmoitu suoraan Tundraan. Aluksi näytti helpolle tehdä hiirikursorin ohjaus ja nappien painalluksen suoraan Tundraan, mutta se ei ollutkaan aivan niin yksinkertainen. Näytti että tämä vaihe tulisi olemaan liian vaikea ja aikaa vievä, joten eräässä palaverissa päätettiin, että työnkuvausta muutetaan hieman ja käytetään kuitenkin emulaattoria.

Emulaattoriksi valittiin GlovePIE niminen emulaattori, joka oli ainut mahdollinen vaihtoehto. Kun emulaattori oli asennettu ja hiirikursorin liikuttelua sen avulla testattu oli tarkoitus testata HMD-moduulia ja GlovePIE emulaattoria yhdessä. Kun emulaattori käynnistettiin se sammui välittömästi ja näytölle tuli pieni ikkuna jossa ilmoitettiin, että GlovePIE ei toimi tietokoneessa johon on kytketty Vuzxin valmistamat lasit. GlovePIEn kehittäjä on ajautunut riitoihin Vuzixin kanssa ja tästä syystä estää emulaattorin käytön. Asiasta pidettiin uusi palaveri ja pohdittiin mahdollisia ratkaisuja asiaan. Palaverissa selvisi, että VTT:llä oli tehty pieni ohjelma jossa koodilla liikutettiin hiiren kursoria ja painettiin hiiren nappeja. Ohjelma oli hyvin yksinkertainen, mutta siitä oli todella suuri apu. Esimerkki ohjelman kirjastot lisättiin Wiimote-moduuliin ja hiirtä liikuttava funktio lisättiin Wiimote-moduuliin. Tehtiin pieni testi jossa hiiren cursorille asetettiin manuaalisesti sijainti koodiin ja käännettiin projekti. Testissä havaittiin, että

kursori siirtyi sille asetettuun paikkaan. Tämä varmsiti sen, että hiiren kursorin liikuttaminen ja nappien painallukset saatiin näiden kirjastojen avulla tehtyä.



## 7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tehdä toimiva kokonaisuus Vuzix Wrap 920 VR HMD -silmikkonäytöstä ja Nintendon Wiimote ohjaimesta Tundra-virtuaalimaaiman käyttöön. HMD-silmikkonäyttö toimi siis pääasiallisena näyttölaitteena ja ohjaimella oli tarkoitus pystyä liikuttamaan virtuaalimaailmoissa avatareita ja erilaisia objekteja. Ajatuksena siis oli, että interaktiivisuus virtuaalimaailmassa paranisi, sekä liikkuminen helpottuisi. HMD-silmikkonäytöllä haettiin tunnetta, että käyttäjä olisi itse sisällä virtuaalimaailmassa.

Kun visuaalinen puoli oli toteutettu piti virtuaalimaailmassa pystyä liikkumaan ja hallitsemaan erilaisia objekteja, esimerkkinä kuvitteellisessa olohuoneessa siirtämään tuolia tai kytkemään televisio päälle. Tähän tarkoitukseen tuli Nintendo Wiimote. Nintendo Wiimote toimi eräänlaisena hiirenä, jolla ohjattiin virtuaalimaailmassa kursoria. Kursorilla oli mahdollista valita objekti ja sen jälkeen valita toiminnallisuus, esimerkiksi objektin siirtäminen tai objektin skaalaaminen suuremmaksi tai pienemmäksi.

## LÄHTEET

Chung Lee, J. Projects, Wii. Saatavissa: <http://johnnylee.net/projects/wii/>.

Hakupäivä 10.4.2012

Cmake. Saatavissa: <http://www.cmake.org/>. Hakupäivä 17.5.2012

Liu, D., Jenkins, S.A., Sanderson, P.M., Fabian, P., Russel W.J. Anesthesia & Analgesia, Monitoring with Head-Mounted Displays in General Anesthesia: A Clinical Evaluation in the Operating Room. Saatavissa:

<http://www.anesthesia-analgesia.org/content/110/4/1032.full>. Hakupäivä

10.4.2012

Doxygen. Saatavissa: <http://www.stack.nl/~dimitri/doxygen/index.html>.

Hakupäivä 8.5.2012

GitHub RealXtend/taiga. Saatavissa:

<https://github.com/realXtend/taiga/downloads>. Hakupäivä 30.5.2012

GitHub. Saatavissa: <https://github.com/about>. Hakupäivä 17.4.2012

GNU General Public License. Saatavissa: <http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html>. Hakupäivä 17.4.2012

Google code realXtend-naali. Saatavissa:

<http://code.google.com/p/realxtend-naali/downloads/list?can=4&q=&colspec=Filename+Summary+Uploaded+ReleaseDate+Size+DownloadCount>. Hakupäivä 30.5.2012

Immersion, Mediaopas. Saatavissa:

<http://www.mediaopas.com/sanasto/immersion/>. Hakupäivä 17.4.2012

Kauppalehti Lehdistö tiedote. Saatavissa:

<http://www.kauppalehti.fi/5/i/yritykset/lehdisto/hellink/tiedote.jsp?selected=kaikki&oid=20081101/12270739024580>. Hakupäivä 3.2.2012

Linden Lab. Saatavissa: <http://lindenlab.com/press>. Hakupäivä 27.4.2012

Microsoft Visual Studio 2008. Saatavissa: <http://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/aa700830>. Hakupäivä 17.4.2012

Notepad++. Saatavissa: <http://notepad-plus-plus.org/>. Hakupäivä 17.4.2012

Ogre open source graphics engine. Saatavissa: <http://www.ogre3d.org/>.  
Hakupäivä 2.2.2012

OpenSimulator. Saatavissa: [http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page).  
Hakupäivä 30.5.2012

RealXtend doxygen. Saatavissa: <http://www.realxtend.org/doxygen/>.  
Hakupäivä 3.2.2012

RealXtend. Saatavissa: <http://realxtend.wordpress.com/about>. Hakupäivä  
10.2.2012

Second Life. Saatavissa: <http://secondlife.com/whatis/?lang=en-US>.  
Hakupäivä 17.4.2012

Strickland, J. The Virtual Reality Headset. How Virtual Reality Works. Saatavissa: <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/virtual-reality4.htm>. Hakupäivä 17.04.2012

Strickland, J. How virtual reality works. Saatavissa:  
<http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/virtual-reality.htm>. Hakupäivä 17.4.2012,

Tactical Display Group. Saatavissa:  
[http://www.vuzix.com/tactical/taceye\\_products.html](http://www.vuzix.com/tactical/taceye_products.html). Hakupäivä 10.4.2012

University of Groningen. Saatavissa:  
sa:[http://www.rug.nl/cit/hpcv/vr\\_visualisation/index](http://www.rug.nl/cit/hpcv/vr_visualisation/index). Hakupäivä 16.4.2012

Virtuaalitodellisuus, Wikipedia. Saatavissa:

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Virtuaalitodellisuus>. Hakupäivä 17.4.2012

Vuzix Consumer Video Eyewear. Saatavissa:

<http://www.vuzix.com/consumer/>. Hakupäivä 10.4.2012

Vuzix Wrap 920 VR Bundle. Saatavissa:

[http://www.vuzix.com/consumer/products\\_wrap920vrbundle.html](http://www.vuzix.com/consumer/products_wrap920vrbundle.html). Hakupäivä 10.2.2012

Vuzix Wrap 920 VR User Guide. Saatavissa:

[http://www.vuzix.com/site/\\_support/Wrap\\_920VR/Wrap\\_920\\_VR\\_User\\_Guide,\\_329PB0021-A.pdf](http://www.vuzix.com/site/_support/Wrap_920VR/Wrap_920_VR_User_Guide,_329PB0021-A.pdf). Hakupäivä 7.5.2012

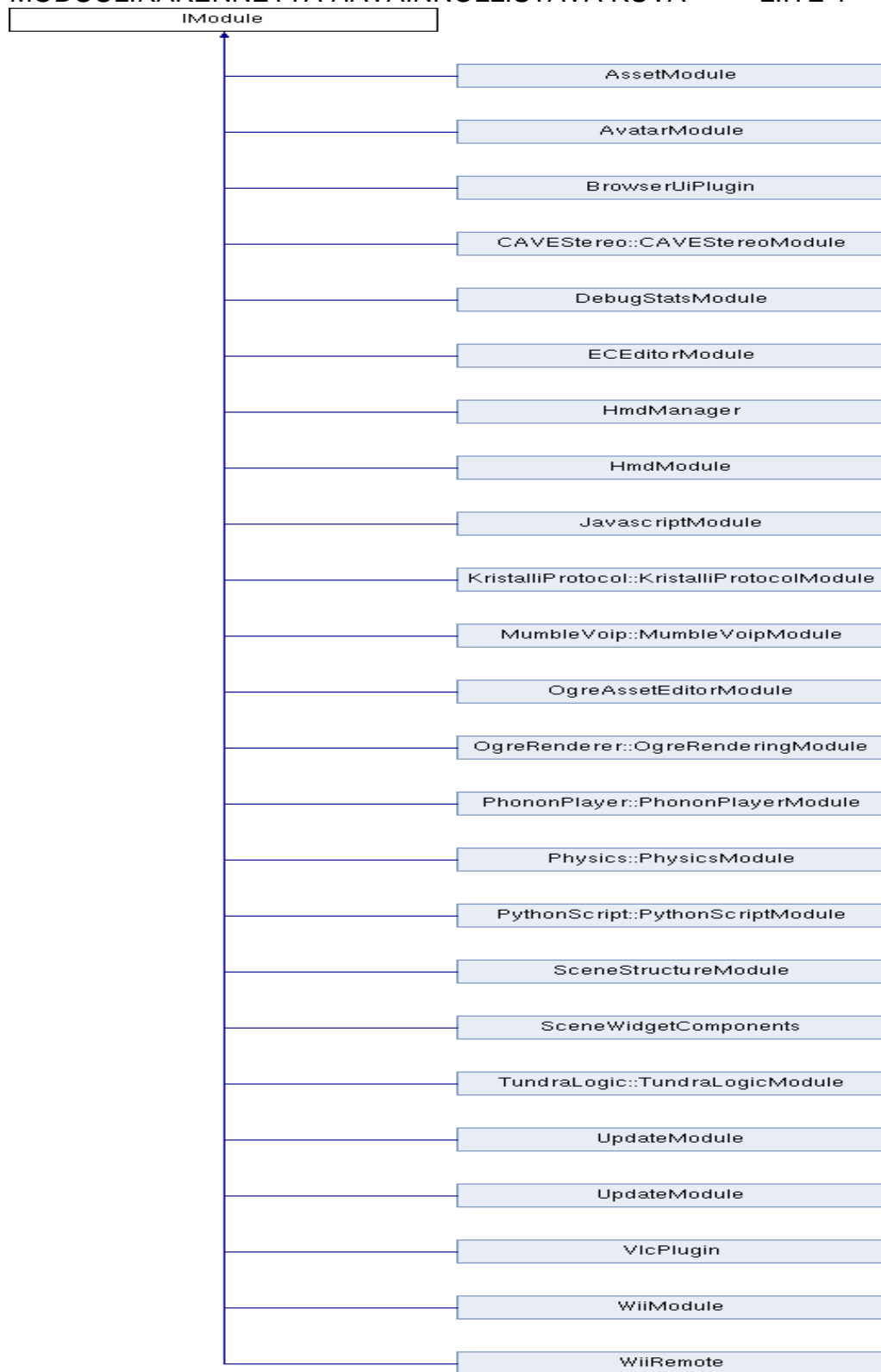
WiiBrew Wiimote. Saatavissa: <http://wiibrew.org/wiki/Wiimote>. Hakupäivä 10.4.2012

WiiYourself, native c++ wiimote library. Saatavissa:

<http://wiiyourself.gl.tter.org/>. Hakupäivä 8.5.2012

# MODUULIRAKENNETTA HAVAINNOLLISTAVA KUVA

# LIITE 1



```
# Define target name and output directory

init_target (HmdModule OUTPUT plugins)

# Define source files

file (GLOB CPP_FILES *.cpp)

file (GLOB H_FILES *.h)

file (GLOB XML_FILES *.xml)

file (GLOB UI_FILES ui/*.ui)

MocFolder ()

UiFolder ()

set (FILES_TO_TRANSLATE ${FILES_TO_TRANSLATE} ${H_FILES}
${CPP_FILES} PARENT_SCOPE)

set (SOURCE_FILES ${CPP_FILES} ${H_FILES})

# Qt4 Wrap

QT4_WRAP_CPP(MOC_SRCS ${H_FILES})

QT4_ADD_RESOURCES(RESOURCE_SRCS ${RESOURCE_FILES})
```

```
QT4_WRAP_UI(UI_SRCS ${UI_FILES})
```

```
use_core_modules (Framework Console Input OgreRenderingModule)
```

```
use_app_modules (JavascriptModule) # For registering metatypes  
to js engines
```

```
build_library (${TARGET_NAME} SHARED ${SOURCE_FILES} ${MOC_SRCS}  
${RESOURCE_SRCS} ${UI_SRCS})
```

```
link_modules (Framework Console Input OgreRenderingModule Javas-  
criptModule)
```

```
SetupCompileFlagsWithPCH()
```

```
final_target ()
```

```
# Define target name and output directory

init_target (WiiModule OUTPUT plugins)

# Define source files

file (GLOB CPP_FILES *.cpp)

file (GLOB H_FILES *.h)

file (GLOB XML_FILES *.xml)

file (GLOB UI_FILES ui/*.ui)

MocFolder ()

UiFolder ()

set (FILES_TO_TRANSLATE ${FILES_TO_TRANSLATE} ${H_FILES}
${CPP_FILES} PARENT_SCOPE)

set (SOURCE_FILES ${CPP_FILES} ${H_FILES})

# Qt4 Wrap

QT4_WRAP_CPP(MOC_SRCS ${H_FILES})

QT4_ADD_RESOURCES(RESOURCE_SRCS ${RESOURCE_FILES})
```



```
QT4_WRAP_UI(UI_SRCS ${UI_FILES})
```

```
use_core_modules (Framework Console Input OgreRenderingModule)
```

```
use_app_modules (JavascriptModule) # For registering metatypes  
to js engines
```

```
build_library (${TARGET_NAME} SHARED ${SOURCE_FILES} ${MOC_SRCS}  
${RESOURCE_SRCS} ${UI_SRCS})
```

```
link_modules (Framework Console Input OgreRenderingModule Javas-  
criptModule)
```

```
SetupCompileFlagsWithPCH()
```

```
final_target ()
```

Tekijä Tomi Maijala \_\_\_\_\_

Tilaaja VTT \_\_\_\_\_

Tilaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot Johannes Peltola, Johannes.Peltola@vtt.fi \_\_\_\_\_

Työn nimi Vuzix Wrap 920 VR HMD ja Nintendo Wiin Wiimote RealXtend-  
virtuaalimaailman käyttöön ja hallintaan \_\_\_\_\_

Työn kuvaus Realxtend-virtuaalimaailman käyttäminen ja hallinta Vuzix Wrap 920 VR  
silmikkonäytöllä ja Nintendo Wiin Wiimote ohjaimella. Avatarin pään  
liikkeiden ohjaaminen tapahtuu silmikkonäytön antureilla ja avatarin  
liikuttaminen sekä virtuaalimaailmassa olevien objektien hallinta Wiimote  
ohjaimella. \_\_\_\_\_

Työn tavoitteet Työn tarkoituksena oli tehdä toimiva kokonaisuus Vuzix 920 VR HMD –  
laitteesta ja Nintendon Wiimote ohjaimesta tundra-virtuaalimaailman  
käyttöön. HMD –laite toimi siis pääasiallisena näyttölaitteena ja  
ohjaimella oli tarkoitus pystyä liikuttamaan virtuaalimaailmoissa avatareita  
ja erilaisia objekteja. \_\_\_\_\_

Tavoiteaikataulu 400h \_\_\_\_\_

Päiväys ja allekirjoitukset \_\_\_\_\_