



Kyösti Viinamäki

## **HENKILÖIDEN PEILAAMINEN VIRTUAALIMAAILMAAN**

# **HENKILÖIDEN PEILAAMINEN VIRTUAALIMAAILMAAN**

Kyösti Viinamäki  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikka, ohjelmistotuotanto

---

Tekijä(t): Kyösti Viinamäki  
Opinnäytetyön nimi: Henkilöiden pelaaminen virtuaalimaailmaan  
Työn ohjaaja(t): Lasse Haverinen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013  
Sivumäärä: 33

---

Opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä Oulun VTT:lle ympäristö, jossa voitaisiin pelata huoneessa liikkuvia ihmisiä virtuaalimaailmaan. Virtuaalimaailman 3D-huoneen hahmot kuvaavat reaali maailman huoneessa olevia ihmisiä.

RealXtend-alustaan rakennettiin paikkatietoja vastaanottava moduuli käyttäen Visual Studio C++ 2008 Express -kehitysympäristöä. Virtuaalimaailman hahmojen liikuttaminen toteutettiin JavaScript-komentosarjakielillä.

Projektissa toteutettiin toimiva ohjelma, joka vastasi VTT:n vaatimuksia. Ihmisiä voitiin pelata reaaliajassa virtuaalimaailman 3D-huoneeseen. Hahmot liikkuvat reaaliajassa ja niiden kävelyanimaatiot toistuivat kun ne liikkuvat.

---

Asiasanat: JavaScript, virtuaalimaailma, RealXtend

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Information Technology, Programming

---

Author(s): Kyösti Viinamäki  
Title of thesis: Mirroring people to a virtual world  
Supervisor(s): Lasse Haverinen  
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2013  
Pages: 33

---

The target of the thesis was to build the environment for Oulu VTT where you can mirror people in room to virtual world. The avatars in 3D space of virtual world are equal to people in room.

Module for receiving the location data was built on RealXtend platform and Visual Studio C++ 2008 Express environment. The movements of avatars in virtual world were made with JavaScript language.

The program that met the requirements of VTT was executed in this project. People can be mirrored to 3D room of virtual world in real-time. The avatars and their walking animation worked well. They moved with people in room.

---

Keywords: JavaScript, virtual world, RealXtend

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 PEILIMAAILMAN TOTEUTUKSEN TAUSTATIETOA	8
2.1 Virtuaalimaailmat	8
2.2 Avatar virtuaalimaailmassa	8
2.3 RealXtend	9
2.4 Kinect	10
2.5 VTT Human Tracker	13
2.6 CAVE	14
3 PEILIMAAILMAN TOTEUTUS	16
3.1 Vaatimusmäärittely	16
3.2 Työkalut	16
3.2.1 Git-versionhallinta	17
3.2.2 Microsoft Visual Studio C++ 2008 Express Edition	17
3.2.3 Notepad++	18
3.3 Ympäristö	19
3.3.1 VTT:n CAVE-tila	19
3.3.2 3D-huone virtuaalimaailmassa	20
3.4 RealXtendin arkkitehtuuri	22
3.5 Työssä toteutetun ohjelmiston arkkitehtuuri	23
3.6 JavaScript-ohjelma	23
4 SOVELLUKSEN TESTAUS	27
4.1 Kokonaiskuva tilanteesta	27
4.2 Loppukäytön testaus	28
5 POHDINTA	31

## SANASTO

Avatar	Käyttäjää edustava hahmo virtuaalimaailmassa
CAVE	Virtuaalisesti toteutettu todentuntuinen tila
C/C++	Suosituimpia ohjelmointikieliä
Entity Component	Objektin toiminnallisuuden määräävä komponentti
Funktio	Luokassa määritelty aliohjelma
JavaScript	Pääasiassa web-ympäristössä käytetty komentosarjakieli
Kinect	Microsoftin kehittämä liikeohjain Xbox 360 –konsolille
Moduuli	Tietokoneohjelman itsenäinen osa
Qt	Alustariippumaton ohjelmistojen ja graafisten käyttöliittymien kehitysympäristö
RealXtend	Ilmainen 3D-virtuaalimaailma-alusta
VTT Human Tracker	VTT:n kehittämä ihmisen seurantaohjelmisto

# 1 JOHDANTO

RealXtend on avoimeen lähdekoodiin perustuva 3D-virtuaalimaailma-alusta. Se on tarkoitettu 3D-sovellusten tekemiseen, joissa voi olla useita käyttäjiä samaan aikaan paikalla. 3D-sovellusten tekeminen on suhteellisen helppoa, mikä tarkoittaa sitä, että pienelläkin työn määrällä voidaan saada näyttäviä 3D-sovelluksia.

VTT Human Tracker on VTT:n kehittämä huoneen tarkkailuohjelmisto. Ohjelmisto on pääsääntöisesti tarkoitettu matalakattoisten huoneiden tarkkailuun, jossa on tarkoitus seurata ihmisiä. VTT Human Tracker -ohjelmisto käyttää tarkkailuun Kinect-sensoria, joka asetetaan huoneen ylänurkkaan kuvaamaan viistosti alaspäin.

Innovation Kitchen on Oulun VTT:llä oleva huone, joka toimii työskentely- sekä demotilana. Huoneesta on tehty 3D-mallinnus virtuaalimaailmaan.

Opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä Oulun VTT:n Innovation Kitcheniin ympäristö, jossa voitaisiin peilata reaali maailman huoneessa liikkuvia ihmisiä virtuaalimaailmaan. Virtuaalimaailman hahmojen tuli liikkua samassa kohdassa virtuaalimaailman 3D-huoneessa, missä ihmiset liikkuvat reaali maailman huoneessa.

## **2 PEILIMAAILMAN TOTEUTUKSEN TAUSTATIETOA**

### **2.1 Virtuaalimaailmat**

Virtuaalimaailma on virtuaalitodellisuuteen perustuva ympäristö. Virtuaalimaailmassa käyttäjä voi olla yksin tai vuorovaikutuksessa muiden käyttäjien kanssa. Virtuaalimaailma voi muistuttaa todellista maailmaa, mutta se voi olla kuvitteellinen. Internet-pohjaisissa virtuaalimaailmoissa voi olla tuhansia käyttäjiä samaan aikaan paikalla. (1.)

Virtuaalimaailmoja on hyödynnetty esimerkiksi etäopiskelussa, koska niiden käyttöönotto on ollut suhteellisen helppoa. 3D-virtuaalimaailmassa opetuksen läsnäolo tuntuu paremmin kuin muiden etäopiskeluvälineiden kautta. (2.)

Second Life on maailman suosituin virtuaalimaailmaympäristö. Siinä ihmiset voivat tavata toisiaan virtuaalisesti ympäri maailman. Second Lifessa liikkuminen tapahtuu kävelemällä, juoksemalla tai teleporttaamalla. Second Lifen peruskäyttö on ilmaista, mutta esimerkiksi virtuaalisen maa alueen omistaminen on maksullista. (3.)

Peilimaailmalla voidaan tarkoittaa virtuaalimaailmaa, joka edustaa todellista maailmaa digitaalisessa muodossa. Peilimaailma tarjoaa tietokoneohjelmamallin todellisesta ympäristöstä ja sen toiminnasta. Peilimaailmassa voi tapahtua reaaliaikaisia muutoksia, jotka johtuvat todellisen maailman tapahtumista. (4.)

### **2.2 Avatar virtuaalimaailmassa**

Avatar on hahmo, joka edustaa käyttäjää tai pelaajaa virtuaalimaailmassa. Sen avulla ollaan vuorovaikutuksissa toisiin käyttäjiin. Yleensä avatar on ihmishahmo tai sen kaltainen hahmo, jonka ulkonäkö on muokattu persoonalliseksi. Esimerkiksi Second Lifessä voidaan muokata omaa hahmoa rajattomasti (kuva 1). (5; 1.)





*KUVA 1. Kuvankaappaus Second Lifen internetsivuilta (5)*

### 2.3 RealXtend

RealXtend on avoimen lähdekoodin 3D-virtuaalimaailma-alusta. RealXtendin etuna on monipuolisuus ja sitä voidaankin käyttää myös pelien tekemiseen. RealXtendissä voidaan suorittaa Python- ja JavaScript-ohjelmia, joiden avulla erilaiset toiminnot toteutetaan. RealXtend onkin tarkoitettu sellaisten 3D-sovellusten toteuttamiseen, missä käyttäjiä voi olla useita. Avatarien eli hahmojen liikuttaminen on toteutettu JavaScript-kielellä. Esimerkki Ludocraftin tekemässä Sirkus-demossa avatar-skripti mahdollistaa liikkumisen kävelemällä (kuva 2).



*KUVA 2. Kuvankaappaus Ludocraft sirkuksesta*

RealXtendissä käyttäjä voi tehdä virtuaalimaailmaan toiminnallisia ohjelmia JavaScript-ohjelmointikielellä, jolla esimerkiksi pyöritetään ja liikutetaan objekteja tai skaalataan sen kokoa. RealXtendiin voidaan tehdä moduuleja, jotka ohjelmoidaan C/C++-ohjelmointikielellä. Moduulit ovat itsenäisiä ohjelmia, joihin voidaan kirjoittaa ja lukea tietoa JavaScript-ohjelman avulla. Esimerkiksi taustalla on päällä moduuli, joka lukee kymmenen sekunnin välein säätiedot ulkoiselta palvelimelta. Tämän jälkeen JavaScript-ohjelmalla luetaan moduulin saamat tiedot ja asetetaan virtuaalimaailmaan sää.

## **2.4 Kinect**

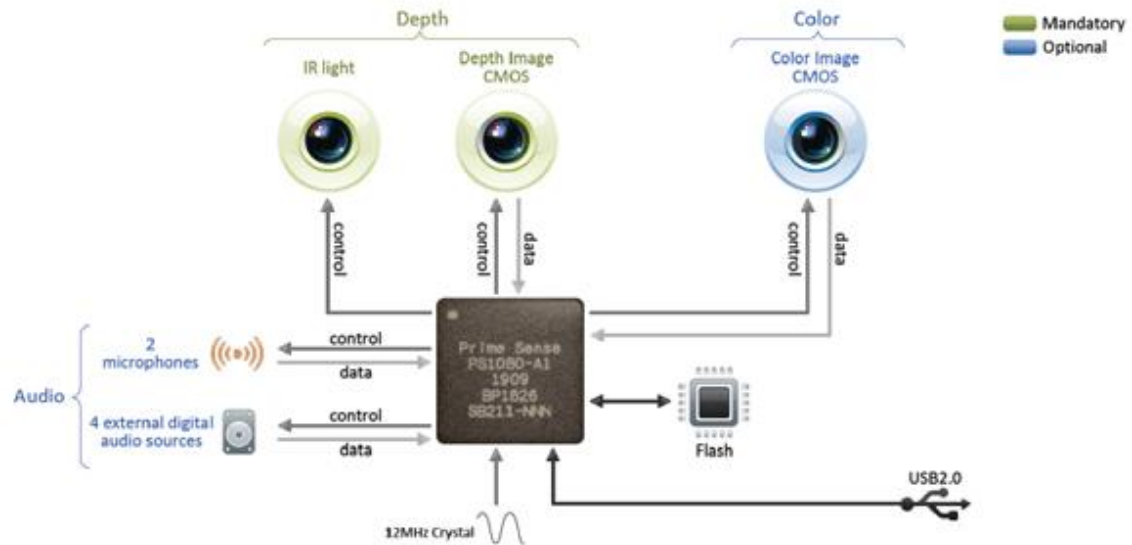
Kinect on Microsoftin kehittämä liikeohjain Xbox 360 -konsolille ja PC:lle (kuva 3). Sillä käyttäjä voi ohjata Xbox 360 -konsolia tai PC:tä koskematta fyysisesti mihinkään vaan ohjaus tapahtuu elein, kuten esimerkiksi kättä heiluttamalla. (6.)



*KUVA 3. Kinect (7)*

Kinect-sensorissa on RGB-videokamera, infrapunaprojektori ja mustavalkoinen CMOS-kamera. Laitteessa on neljä mikrofonia ja kallistamista varten tarkoitetut pienet sähkömoottorit.

Kinect-sensori sisältää PrimeSensen kehittämää teknologiaa. Se pystyy yhden piirin avulla käsittelemään syvyyskuvaa, värikuvaa ja ääntä. Piiri havaitsee syvyyskuvasta etäisyyden ja välittää sen isäntälaitteelle, jossa Microsoftin kirjastot muodostavat siitä luurankomallin. Kinectissä käytettävä PrimeSensen PS1080-piiri yhdistetään USB2.0:lla isäntälaitteeseen. USB-liikenteen avulla isäntälaitteelle tarjotaan värikuvaa, ääntä ja valmiiksi käsiteltyä syvyyskuvaa. (Kuva 4.)



KUVA 4. Prime Sense PS1080-A1 -piirin toimintakaavio (8)

Käyttäjän ja 3D-tilan havainnointi perustuu laitteen lähettämään infrapunapiste-kuvioon (kuva 5). Syvyysanturi koostuu infrapunaprojektorista ja CMOS-kamerasta. Tekniikka mahdollistaa liikkeen tunnistuksen kolmessa ulottuvuudessa. Laite muodostaa pisteistä syvyyskartan ja tunnistaa kohteiden etäisyydet. (9.)



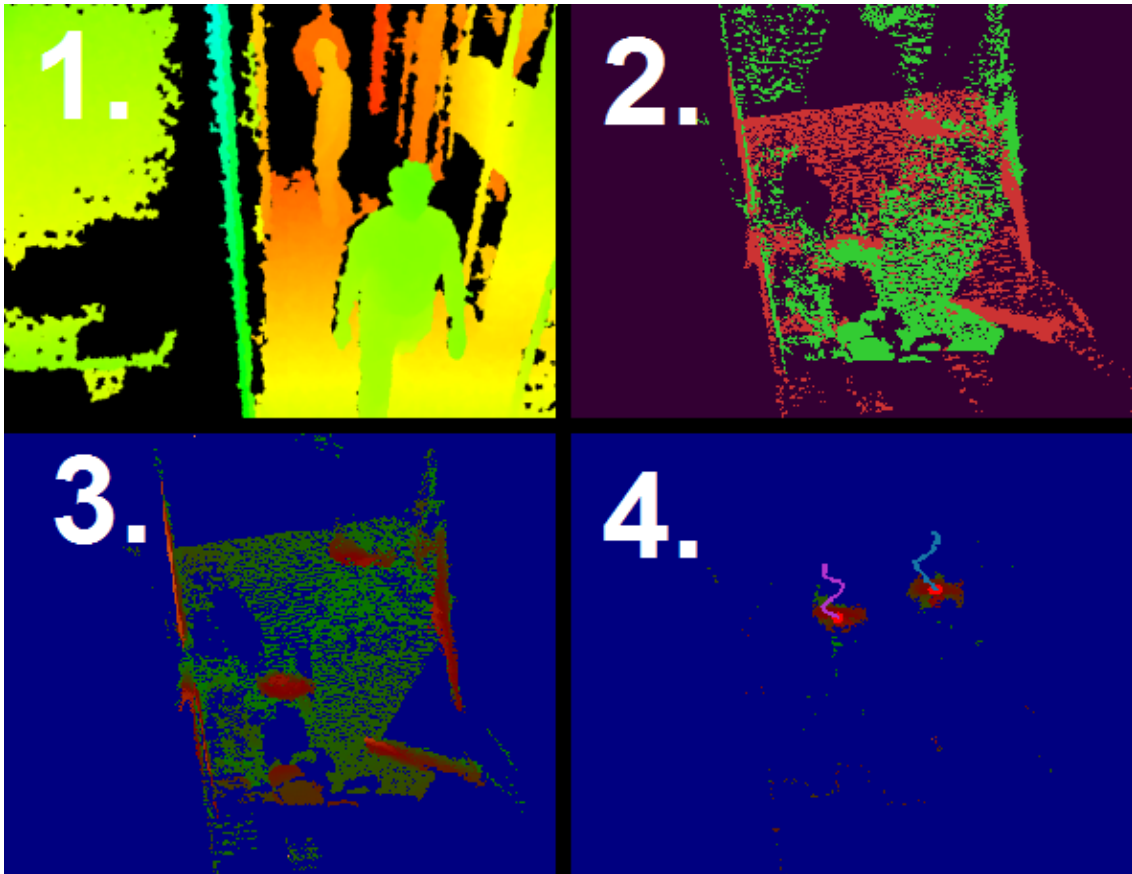
*KUVA 5. Kuvankaappaus YouTube-videosta, jossa on Kinect-sensorin heijastama infrapunapistekuvio (10)*

## **2.5 VTT Human Tracker**

VTT Human Tracker on VTT:n kehittämä tarkkailuohjelmisto. Ohjelmisto on tarkoitettu matalakattoisten huoneiden tarkkailuun. VTT Human Tracker hyödyntää huoneen tarkkailuun Kinect-sensoria. Kinect-sensori asetetaan tarkkailtavan huoneen ylänurkkaan kuvaamaan viistosti alaspäin.

VTT Human Tracker on tehty toimivaksi Linux-käyttöjärjestelmässä. Ohjelmisto saa syvyyskuvan Kinect-sensorilta (kuva 6, kohta 1), joka muutetaan xyz-koordinaattipisteiksi eli pistepilveksi. Pistepilven avulla virtuaalinen kamera siirretään alueen yläpuolelle (kuva 6, kohta 2). Tämän jälkeen ohjelma muuttaa kuvan takaisin syvyyskuvaksi, joka kertoo pintojen etäisyydestä (kuva 6, kohta 3). Syvyyskuvasta haetaan maksimeja ja arvioidaan maksimien ympäristöä eli havaitaan henkilöt. Jos henkilö löytyy, kiinnitetään seuraamistieto havaittuun kohteeseen ja seurataan liikkumista kameran näköalueella. Henkilöiden koordinaattien selvittämiseksi havaitut henkilöt lisätään 2D-karttaan, jossa jäljitettävät

henkilöt liikkuvat (kuva 6, kohta 4). Henkilöiden paikkatieto voidaan lähettää UDP-protokollaa hyödyntäen eteenpäin.



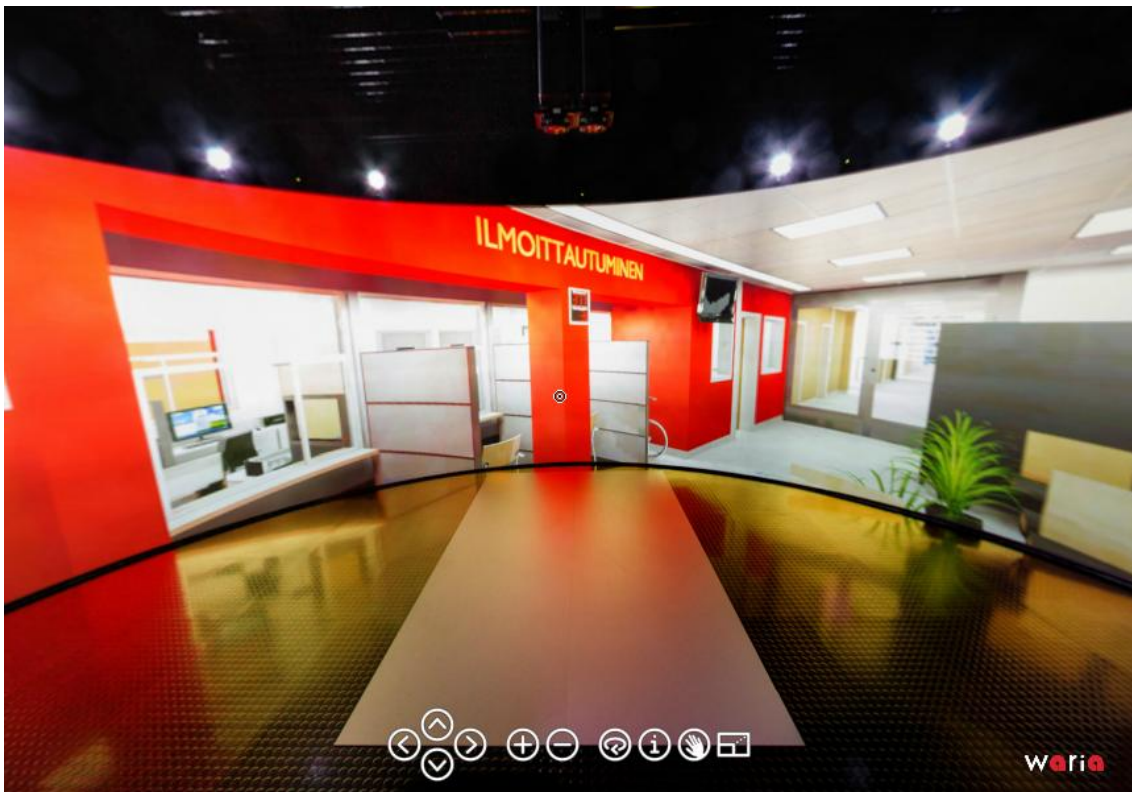
KUVA 6. VTT Human Tracker -ohjelmisto

## 2.6 CAVE

CAVE tulee sanoista Cave Automatic Virtual Environment. Se on projektoreilla tai isoilla näytöillä toteutettu virtuaalisesti todentuntuinen tila. Sen seinät ja lattia koostuvat projisointipinnasta. CAVE-tilassa voidaan myös käyttää ääniä ja erilaisia sensoreita, jolloin virtuaalisen todellisuuden tunne paranee. CAVE-tila on erittäin kätevä esimerkiksi rakennusten suunnittelussa, jossa voidaan hahmottaa ongelmat jo suunnitteluvaiheessa. (11.) CAVE-tilaa ovat hyödyntäneet monet yliopistot ja yritykset tuotekehityksessään (12).



Kuvassa 7 näkyy Oulun seudun ammattikorkeakoulun rakentama CAVE-tila, jota kutsutaan myös 3D-virtuaalilaboratorioksi. Se on tarkoitettu opetus- ja tutkimuskäyttöön. Se on toteutettu kahdeksalla teräväpiirtoprojektorilla. Kuva heijastetaan 180 asteen näkymälle, jossa kuvapinta-alaa on noin 38 neliömetriä. CAVE-tilassa on tarkoitus esittää kaksi- ja kolmiulotteisena videoita tai 3D-mallinnettuja virtuaalimalleja. CAVE-tilaa on tarkoitus hyödyntää esimerkiksi rakennusten virtuaalimallien tutkimiseen, jotta ongelmakohtat voitaisiin korjata jo suunnitteluvaiheessa. (13; 11.)



*KUVA 7. Kuvankaappaus Oulun seudun ammattikorkeakoulun CAVE -hankkeen internetsivuilta (13)*

## **3 PEILIMAAILMAN TOTEUTUS**

### **3.1 Vaatimusmäärittely**

Virtuaalimaailman 3D-huoneen on oltava samanlainen kuin reaali maailman huone. Reaali maailman huoneessa on oltava kolme näyttöä niin, että käyttäjät voivat samalla nähdä oman hahmonsa näytöistä. Virtuaalimaailmaa on ylläpidettävä paikallisesti. Kinect-sensori on asetettava sellaiseen paikkaan, jossa se näkee laajasti koko huoneen ilman esteitä.

Virtuaalimaailman ohjelmiston on asetettava hahmot virtuaalimaailman 3D-huoneessa samaan kohtaan, jossa ihmiset liikkuvat reaali maailman huoneessa. Hahmojen on liikuttava reaali ajassa. Hahmo on poistettava, jos ihminen poistuu huoneesta. Hahmojen kävelyanimaatio on näytettävä, kun hahmo liikkuu. Hahmon animaation on pysähdyttävä, kun hahmo pysähtyy. Ohjelmiston on tuettava useamman hahmon samanaikaista liikkumista.

VTT Human Tracker -ohjelmisto on asetettava lähettämään virtuaalimaailmaan tietoa reaali ajassa. Ohjelmiston on lähetettävä seurattavien kohteiden koordinaattitiedot, tunnusnumero ja mahdollinen poistumistieto. Ohjelmiston asetukset on asetettava niin, että se on mahdollisimman tarkka erottamaan ihmiset esi-neistä.

### **3.2 Työkalut**

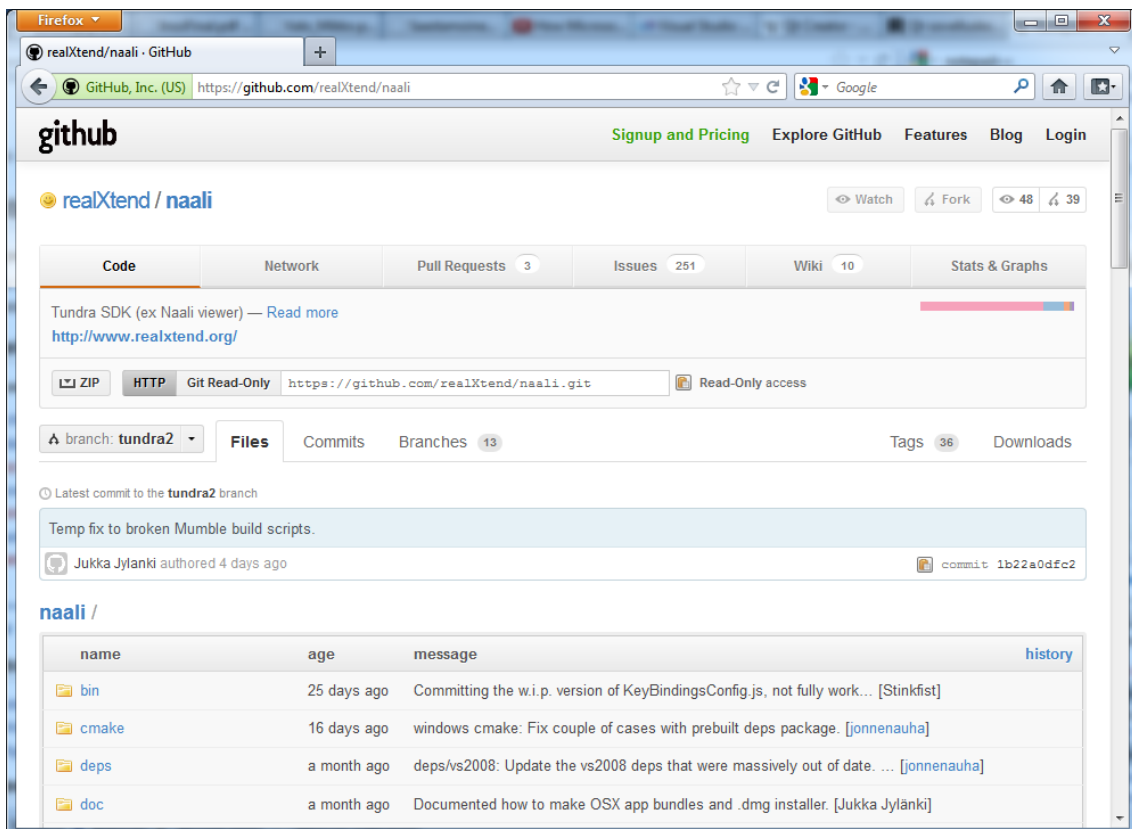
Työssä käytettiin Git-versionhallintaohjelmistoa RealXtendin lähdekoodien la-  
taamiseen github.com-palvelimelta. Paikkatietoja vastaanottava moduuli raken-  
nettiin käyttäen Microsoftin Visual Studio C++ -kehitysympäristöä. JavaScript-  
ohjelma kirjoitettiin Notepad++-ohjelmistolla.



### 3.2.1 Git-versionhallinta

Git on suosittu versionhallintaohjelmisto, jonka alkuperäinen kehittäjä oli Linus Torvalds. Git on äärimmäisen nopea ja tukee hajautettua työskentelyä. Se on suunniteltu toimimaan niin, että se estää tietojen katoamisen. Git onkin tarkoitettu suurien ohjelmistoprojektien hallintaan. (14.)

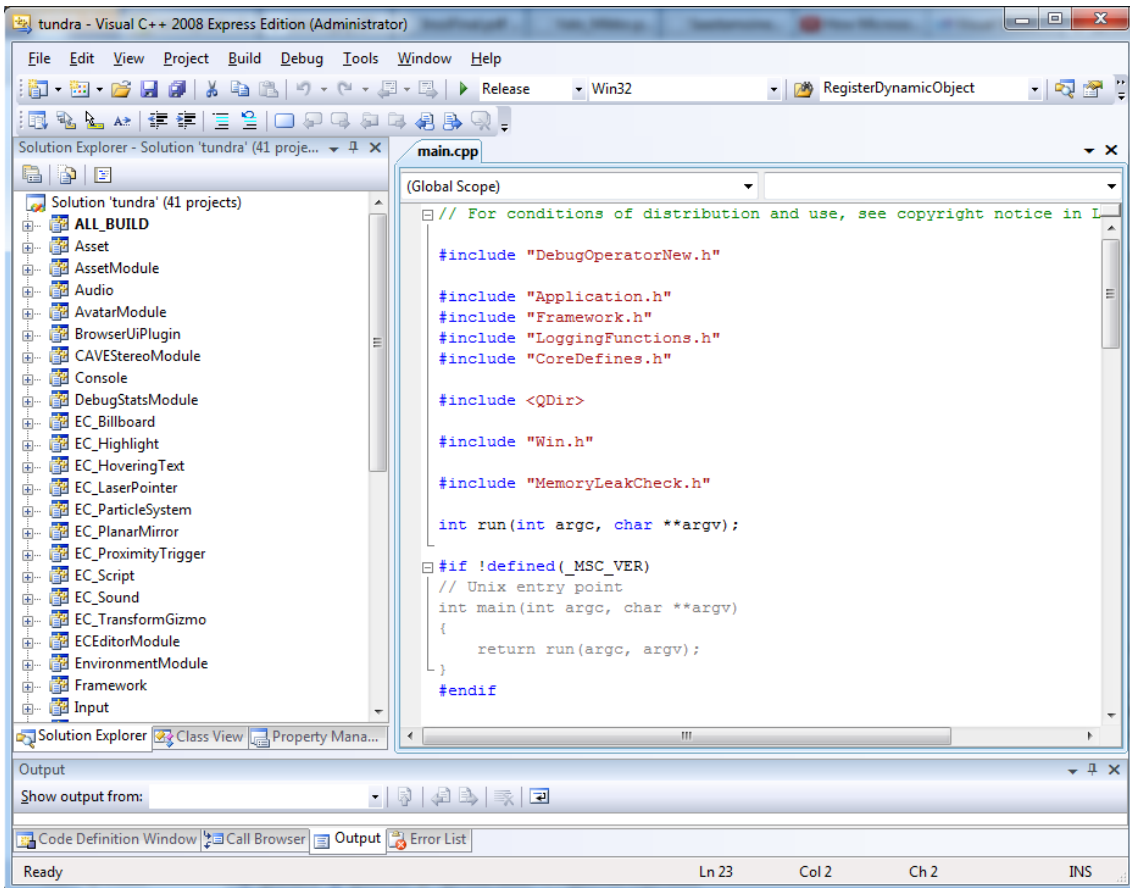
GitHub on web-palvelu, joka mahdollistaa projektien jakamisen Gitin avulla.



*KUVA 8. Kuvankaappaus github.com-internetsivustosta*

### 3.2.2 Microsoft Visual Studio C++ 2008 Express Edition

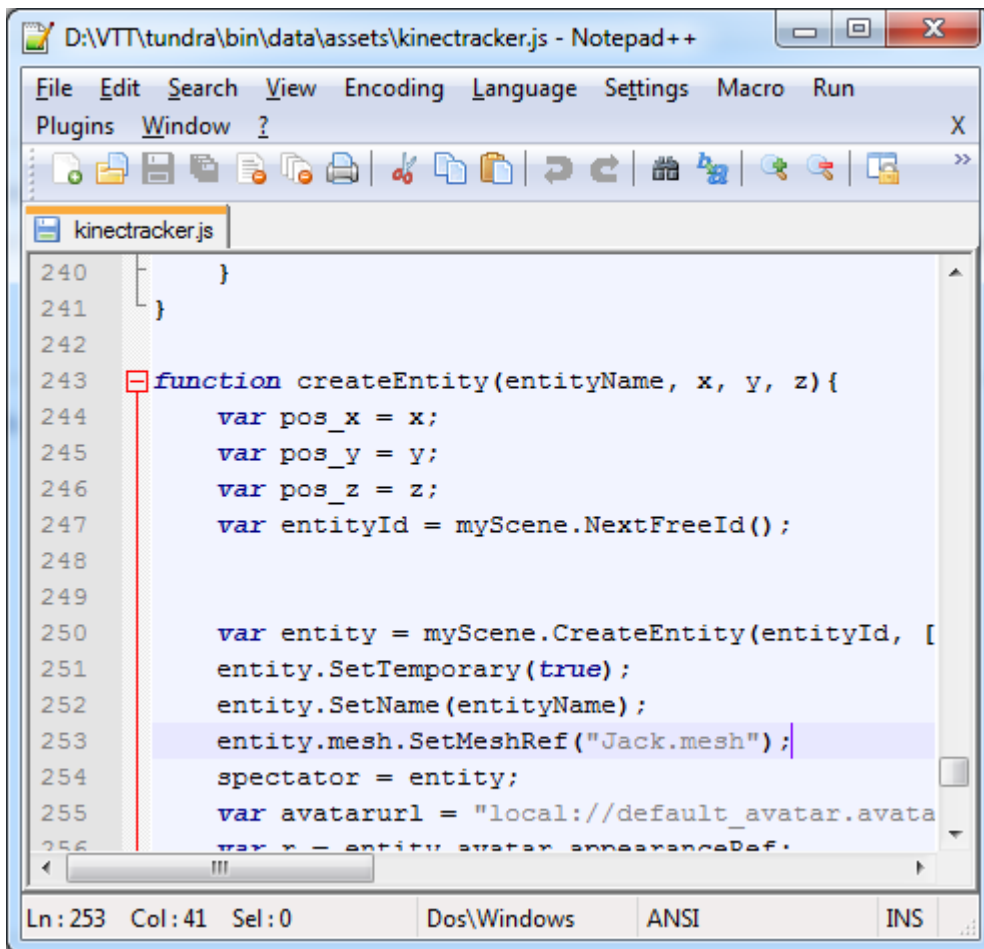
Visual Studio C++ 2008 Express on Microsoftin kehitysympäristö. Se on tarkoitettu konsoli- ja graafisten käyttöliittymäsovelluksien kehitykseen. Express-versio on ilmainen ja sen voi ladata Microsoftin kotisivuilta.



## *KUVA 9. Kuvankaappaus Visual Studio C++ 2008 Express Edition - ohjelmistosta*

### **3.2.3 Notepad++**

Notepad++ on monipuolinen tekstieditori Windowsille. Se tukee useiden ohjelmointikielten syntaksin korostusta ja on siksi käytännöllinen tekstieditori esimerkiksi JavaScript-ohjelmien kirjoittamiseen.



```
D:\VTT\tundra\bin\data\assets\kinectracker.js - Notepad++
File Edit Search View Encoding Language Settings Macro Run
Plugins Window ?
kinectracker.js
240 }
241 }
242
243 function createEntity(entityName, x, y, z){
244     var pos_x = x;
245     var pos_y = y;
246     var pos_z = z;
247     var entityId = myScene.NextFreeId();
248
249
250     var entity = myScene.CreateEntity(entityId, [
251     entity.SetTemporary(true);
252     entity.SetName(entityName);
253     entity.mesh.SetMeshRef("Jack.mesh");
254     spectator = entity;
255     var avatarurl = "local://default_avatar.avata
256     var x = entity.avatar.appearanceRef;
```

KUVA 10. Kuvankaappaus Notepad++-ohjelmistosta

### 3.3 Ympäristö

Oulun VTT:n Innovation Kitcheniin on rakennettu ympäristö, johon kuuluu pienimuotoinen CAVE-tila. CAVE-tilassa esitetään virtuaalimaailman 3D-huonetta, joka on mallinnus Innovation Kitchenistä.

#### 3.3.1 VTT:n CAVE-tila

Opinnäytetyössä hyödynnettiin OAMK:n harjoitteluprojektissa aikaisemmin rakennettua kuvan 11 mukaista CAVE-tilaa. Näytöt olivat 55-tuumaisia 3D-televisioita. 3D-televisiot olivat samassa VTT:n Innovation Kitchenissä, mistä virtuaalimaailman 3D-mallinnus on tehty. Näyttöjä on tarkoitus katsoa 3D-laseilla.



*KUVA 11. Valokuva VTT:n CAVE-tilasta*

### **3.3.2 3D-huone virtuaalimaailmassa**

Virtuaalimaailman 3D-huone (kuva 12) on mallinnus Oulun VTT:n Innovation Kitchenistä (kuva 13). Se koostuu reaaliympäristön elementeistä, kuten tarkasti mallinnetuista huonekaluista ja muista yksityiskohdista. RealXtendissä suorituskyky paranee jos mahdollisimman paljon mallinnuksesta on erillään toisistaan erillisinä objekteina. Esimerkiksi Innovation Kitchen on jaettu neljään eri objektiin, kuten kierreportaat, varasto, kattoteline ja ylä- ja alakerran työtilat. Innovation Kitchen on mallinnettu Google SketchUp -ohjelmistolla. Osa 3D-malleista on ladattu Googlen 3D-Warehousesta, kuten tuotteet ja näytöt.





*KUVA 12. Kuvankaappaus virtuaalimaailman 3D-huoneesta*

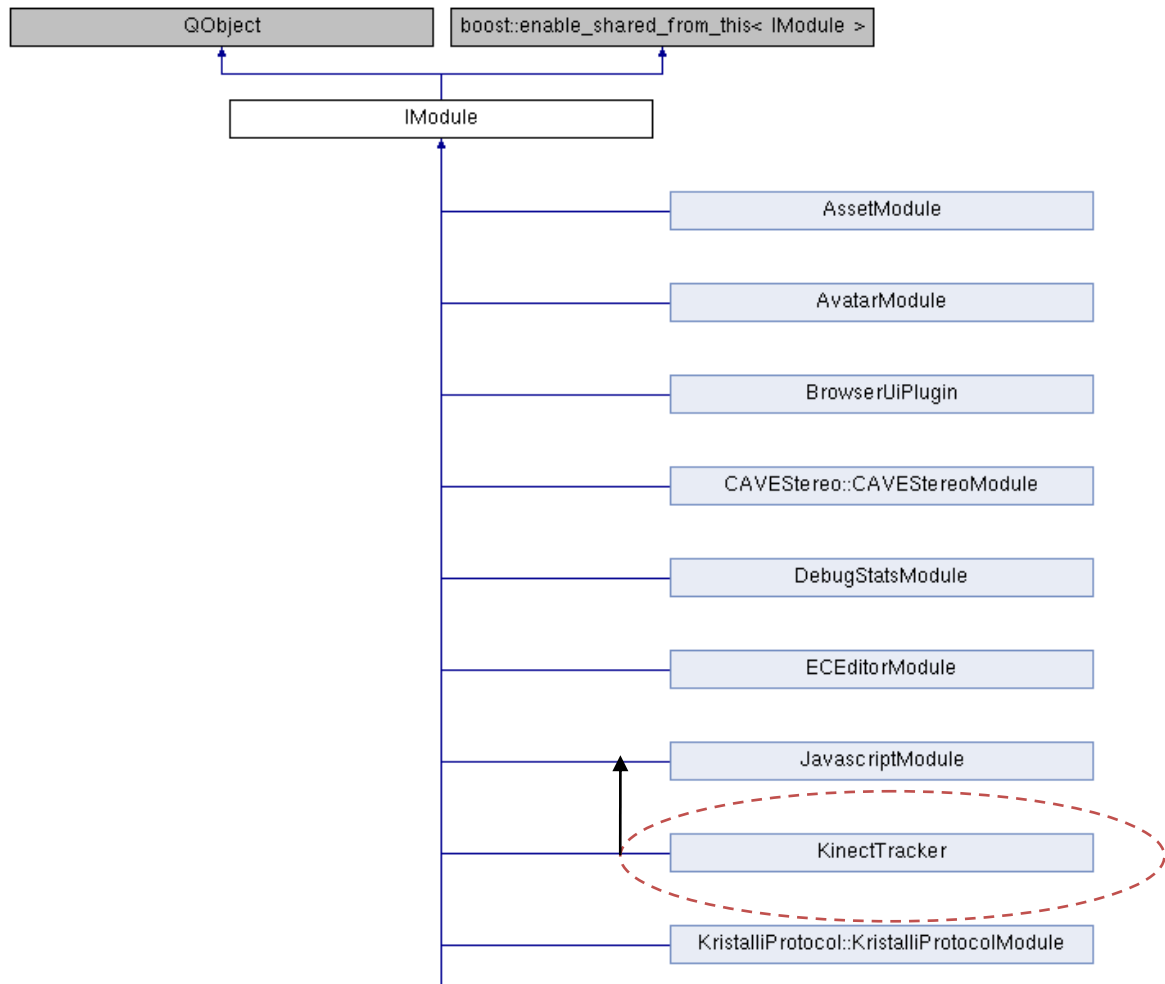


*KUVA 13. Valokuva Innovation Kitchen Oulun VTT:ltä*

### 3.4 RealXtendin arkkitehtuuri

RealXtendin arkkitehtuuri on modulaarinen, joten kaikki sen ominaisuudet tehdään omiin moduuleihin. IModule on rajapintaluokka moduuleille (15.). Jokainen uusi moduuli periytyy IModule-rajapintaluokasta. Kuvassa 14 näkyy kuinka Kinect Tracker -moduuli periytyy IModule-rajapintaluokasta.

JavascriptModule-moduuli periytyy IModule-rajapintaluokasta. Sen avulla voidaan suorittaa JavaScript-ohjelmia. JavaScript-ohjelmissa voidaan kutsua muiden moduulien metodeja. (Kuva 14.)

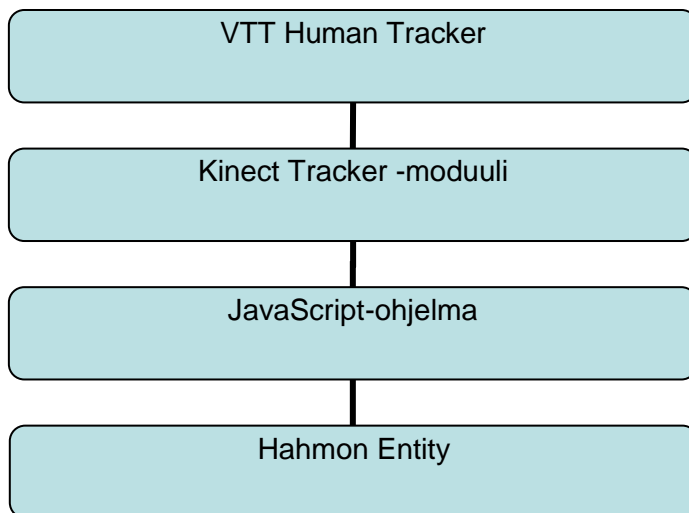


KUVA 14. Arkkitehtuuri

### 3.5 Työssä toteutetun ohjelmiston arkkitehtuuri

Kinect Tracker -moduuli on RealXtendiin tehty lisämoduuli, joka periytyy IModule-rajapintaluokasta. Kinect Tracker -moduuli vastaanottaa siihen lähetettyä tietoa. Se on toteutettu C/C++-ohjelmointikielellä ja käyttää Qt:n QUdpSocket-kirjastoa. QUdpSocket-kirjasto sisältää UDP-liikenteen vastaanottamiseen tarvittavat signaalit.

Kinect Tracker -moduuli vastaanottaa VTT Human Trackerin lähettämän tiedon UDP-porttiin, joka voidaan antaa JavaScript-ohjelmalle luettavaksi. Tietojen perusteella JavaScript-ohjelma muokkaa hahmon Entityä. (Kuva 15.)



KUVA 15. Tiedon kulku VTT Human Trackerilta hahmon Entitylle

### 3.6 JavaScript-ohjelma

Virtuaalimaailman hahmojen liikuttaminen tapahtuu JavaScript-ohjelman avulla. Ohjelma lukee Kinect Tracker -moduulista tietoa, kuten hahmon koordinaatit, tunnusnumeron ja poistokäskyn. Uusi hahmo luodaan, jos moduulista saadussa tiedossa on uusi tunnusnumero. Hahmo vastaavasti poistetaan, jos ohjelma saa poistokäskyn. (Kuva 16.) Hahmoja liikutetaan *moveEntity()*-funktiolla. Paramet-

reina ovat entity ja xyz-koordinaatit. Funktiossa suoritetaan kävelyanimaatio.  
(Kuva 17.)

```
1 function HandleTracker(value) {
2     var x = parseFloat(value.substr(value.search(/<x>/i)+3,
3         value.search(/<\x>/i) - value.search(/<x>/i)));
4
5     var z = parseFloat(value.substr(value.search(/<z>/i)+3,
6         value.search(/<\z>/i) - value.search(/<z>/i)));
7
8     if(value.indexOf("<remove>") != -1) {
9         var removeId = parseFloat(value.substr(value.search(/<remove>/i)+8,
10            value.search(/<\remove>/i) - value.search(/<remove>/i)));
11         removeEntity("KinectAvatar" + removeId);
12     }
13
14     var avatarId = parseFloat(value.substr(value.search(/<name>/i)+6,
15        value.search(/<\name>/i) - value.search(/<name>/i)));
16
17     if(!isCreated("KinectAvatar" + avatarId)) {
18         createEntity("KinectAvatar" + avatarId, start_location_x + (x * 0.01),
19             start_location_y, start_location_z + (z * 0.01));
20     }
21
22     else {
23         x = start_location_x + (x * 0.01);
24         z = start_location_z + (z * 0.01);
25         moveEntity("KinectAvatar" + avatarId, x, start_location_y, z);
26     }
27 }
```

KUVA 16. Tietojen lukeminen moduulista ja niiden käsittely



```

1  function moveEntity(ent, x, y ,z) {
2      var entity = myScene.GetEntityByName (ent) ;
3
4      if(entity != null) {
5          entity.animationcontroller.EnableAnimation("Walk", false);
6          var placeable = entity.placeable;
7          var transform = placeable.transform;
8          transform.pos.x = x;
9          transform.pos.y = y;
10         transform.pos.z = z;
11         placeable.transform = transform;
12     }
13     else {
14         print("No entity found");
15     }
16 }

```

KUVA 17. Hahmon liikuttaminen ja kävelyanimaation toistaminen

Hahmo luodaan *createEntity()*-funktiolla virtuaalimaailmaan. Sen parametreina ovat hahmon nimi ja xyz-koordinaatit. Hahmoon lisätään toiminnallisuuteen liittyviä Entity Komponenteja, joita ovat nimeltään Placeable, Mesh, Animation-Controller, RigidBody ja Avatar (rivit 6–8, kuva 18). Placeablen avulla voidaan hahmoa liikuttaa virtuaalihuoneessa. Mesh-komponentin avulla hahmolle saadaan näkyvä 3D-malli. 3D-malli lisätään hahmoon *SetMeshRef()*-funktiolla. AnimationController-komponentin avulla voidaan toistaa hahmon animaatioita (rivi 5, kuva 17). RigidBody-komponentin avulla voidaan asettaa hahmoon fysiikat. (Kuva 18.)

```

1  function createEntity(entityName, x, y, z){
2      var pos_x = x;
3      var pos_y = y;
4      var pos_z = z;
5      var entityId = myScene.NextFreeId();
6      var entity = myScene.CreateEntity(entityId,
7      ["EC_Placeable", "EC_Mesh", "EC_AnimationController",
8      "EC_RigidBody", "EC_Avatar"]);
9      entity.SetTemporary(true);
10     entity.SetName(entityName);
11     entity.mesh.SetMeshRef("Jack.mesh");
12     spectator = entity;
13     var avatarurl = "default_avatar.avatar";
14     var r = entity.avatar.appearanceRef;
15     r.ref = avatarurl;
16     entity.avatar.appearanceRef = r;
17     var placeable = entity.placeable;
18     var transform = placeable.transform;
19     transform.pos.x = pos_x;
20     transform.pos.y = pos_y;
21     transform.pos.z = pos_z;
22     placeable.transform = transform;
23     alive = true;
24 }

```

KUVA 18. Hahmon luominen virtuaalimaailmaan

## 4 SOVELLUKSEN TESTAUS

### 4.1 Kokonaiskuva tilanteesta

Kuvassa 19 näkyy tilanne, jossa henkilö on tullut huoneeseen. Kinect -sensori on yhdistettynä Human Tracker -tietokoneeseen, missä VTT Human Tracker -ohjelmisto tarkkailee huonetta. VTT Human Tracker -ohjelmisto on havainnut henkilön huoneessa ja on lähettänyt siitä tiedon virtuaalimaailmaa suorittavalle tietokoneelle. Virtuaalimaailmassa hahmo simuloidaan näkyviin. Vasemman puoleisen näytön kuvassa näkyy hahmo, joka liikkuu samassa kohdassa kuin reaaliympäristön henkilö huoneessa.

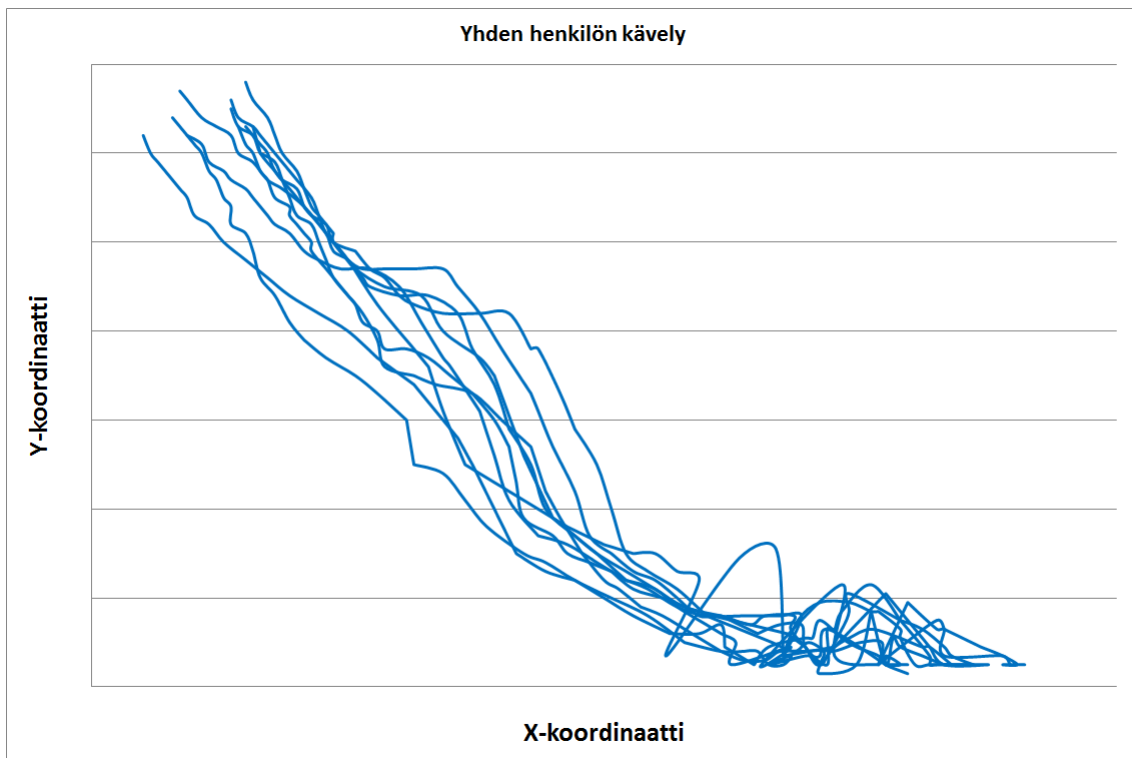


KUVA 19. Valokuva kokonaistilanteesta

## 4.2 Loppukäytön testaus

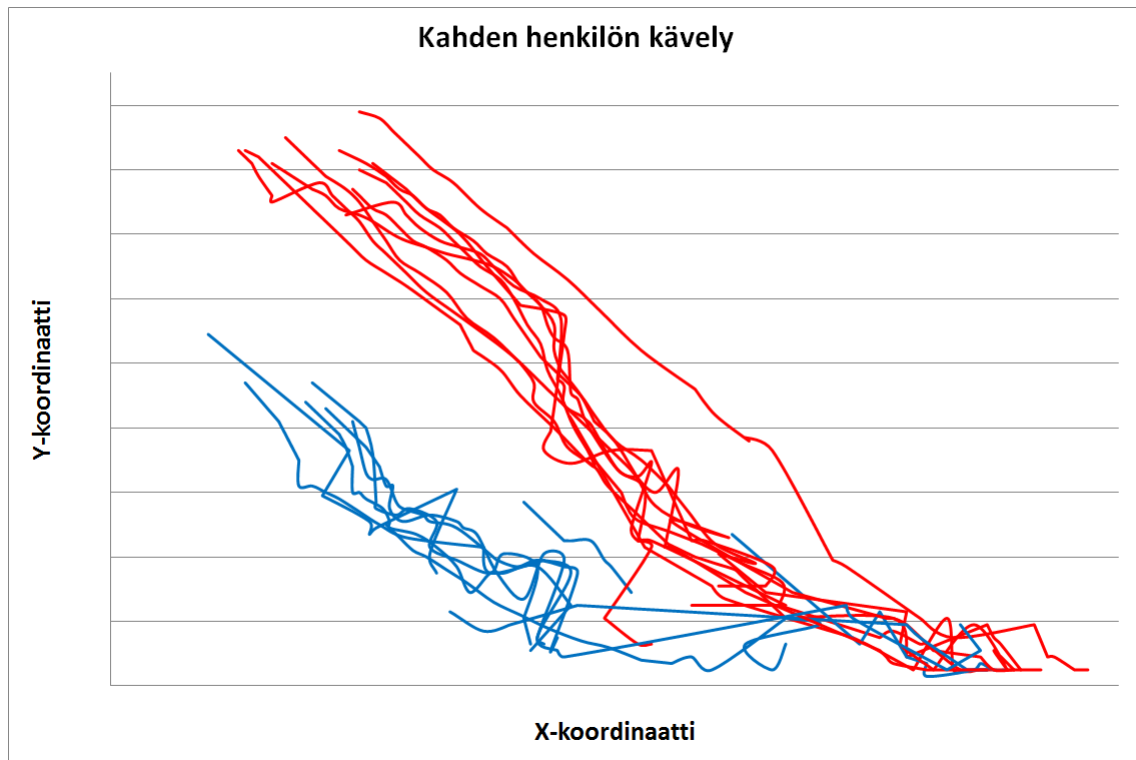
VTT Human Tracker -ohjelmiston testauksessa henkilöt kävelivät suoraa linjaa pitkin noin neljän metrin matkan havainnointialueen reunalta vastakkaiselle reunalle. Testaus toteutettiin ensin yhdellä henkilöllä, jonka jälkeen kahdella ja kolmella henkilöllä. Ensimmäisessä testauksessa henkilö käveli havainnointialueen poikki kymmenen kertaa. Toisessa testauksessa kaksi henkilöä käveli rinnakkain havainnointialueen poikki kymmenen kertaa. Kolmas testaus tehtiin kolmella henkilöllä, jossa henkilöt kävelivät rinnakkain alueen poikki kymmenen kertaa.

Yhden henkilön testissä VTT Human Tracker -ohjelmisto ei kadottanut henkilöä kertaakaan testin aikana. Ohjelmisto antoi jokaisella testikerralla samansuuntaisen kuvaajan. Koordinaattien vaihteluun eri testausten välillä vaikutti todennäköisesti henkilön heiluminen vaikka henkilö kävelikin jokaisella kerralla samaa linjaa pitkin. (Kuva 20.)



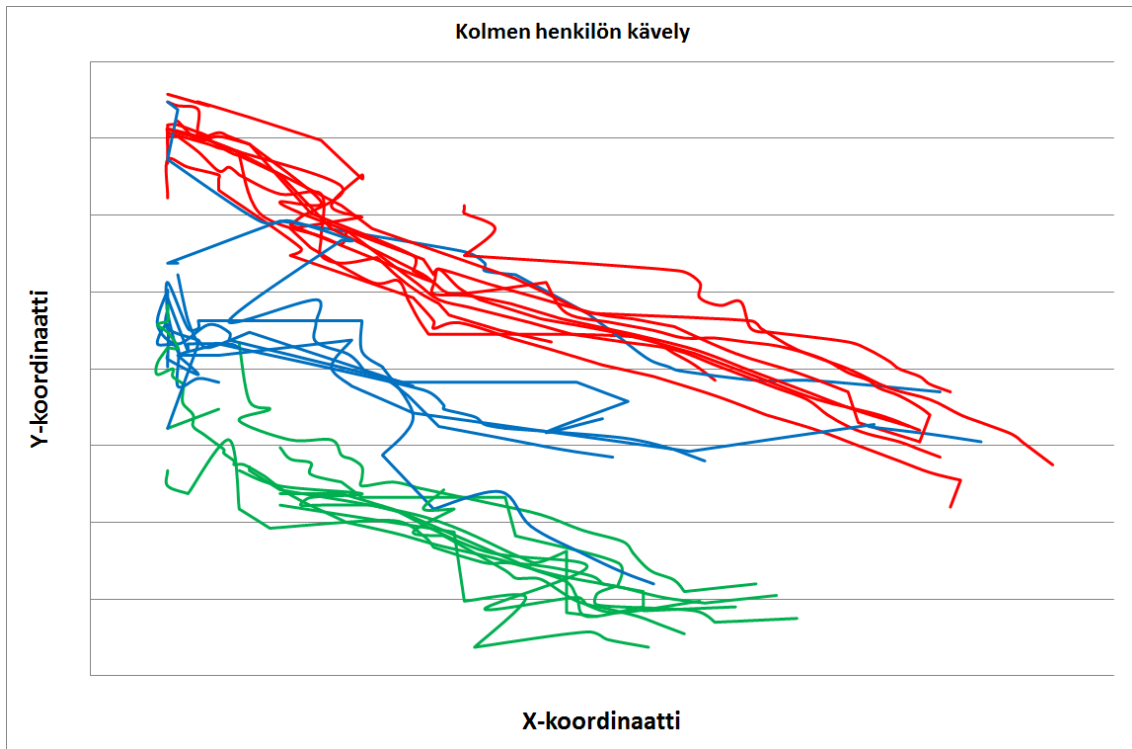
KUVA 20. Kuvaaja yhden henkilön kävelystä

Kahden henkilön testissä VTT Human Tracker -ohjelmisto kadotti kohteen testin aikana pari kertaa. Syy oli se, että toinen henkilö oli Kinect-sensoriin nähden toisen takana. (Kuva 21.) Ongelma olisi korjaantunut jos testissä olisi käytetty kahta Kinect-sensoria.



*KUVA 21. Kuvaaja kahden henkilön kävelystä*

Kolmen henkilön testissä testihenkilöt kävelivät välillä liian lähellä toisiaan. Kuvaajassa näkyy kuinka henkilöt (sininen ja punainen viiva) ovat päällekkäin. (Kuva 22.)



*KUVA 22. Kuvaaja kolmen henkilön kävelystä*

Visuaalisesti havainnoiden virtuaalimaailman ja todellisen maailman välillä ei ollut huomattavaa viivettä. Hahmot liikkuvat virtuaalimaailmassa lähes reaaliajassa. Tämä herätti ainakin testihenkilöiden mielenkiinnon. Toisinaan VTT Human Tracker -ohjelmisto tulkitsee esineen ihmiseksi jonka seurauksena virtuaalimaailmaan ilmestyi ns. haamuhahmoja jotka eivät liikkuneet. Kun huoneessa liikkui kolme ihmistä satunnaisin liikkein samaan aikaan, ongelmia ei tullut kuin silloin, jos ihminen oli mennyt toisen taakse Kinect-sensorin varjoalueelle.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyössä ohjelmoitiin RealXtend-alustaan sovellus, joka vastaanottaa paikkatietoa VTT Human Tracker -ohjelmistolta ja liikuttaa reaaliajassa hahmoa paikkatiedon perusteella virtuaalimaailman 3D-huoneessa.

Projektin alussa etenemistä vaikeutti VTT Human Tracker -ohjelmiston ensimmäisten versioiden epätarkkuus. Ohjelmisto tulkitsi esineitä seurattaviksi kohteiksi ja monisti seurattavista kohteista useita kohteita. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että hahmoja monistui tuhansia kappaleita virtuaalimaailmaan. Ongelmat kuitenkin korjaantuivat myöhemmin uudemmissa versioissa ja virtuaalimaailman ja VTT Human Tracker -ohjelmiston välinen toiminta saatiin lopulta toimimaan halutulla tavalla.

Mielestäni projekti oli mielenkiintoinen ja sitä voitaisiin jatkossa kehittää. Jatkokehityksen kannalta hahmoille voitaisiin laittaa erilaisia eiletoimintoja, kuten käden nostaminen pystyyn tai sivulle. Hahmoille voitaisiin antaa persoonalliset vaatteet seurattavien ihmisten vaatteiden värien perusteella. Ohjelmistoon voitaisiin myös tehdä ns. first person -toiminto, jossa virtuaalimaailmaa voitaisiin seurata hahmon silmistä. Hahmojen reitit voitaisiin tallentaa ja niitä voitaisiin katsella myöhemmin eri kuvakulmista.

VTT Human Tracker -ohjelmistoa ja 3D-virtuaalimaailmaa voitaisiin hyödyntää esimerkiksi ihmisten seuraamiseen ostoskeskuksissa, joissa haluttaisiin selvittää, minkälaisien tuotehyllyjen luona ihmiset ovat ja kuinka kauan, ennen kuin päätyvät kassalle. Virtuaalimaailman 3D-sovellusten avulla tilannetta voitaisiin hahmottaa paremmin.

## LÄHTEET

1. Towards a Definition of "Virtual Worlds". Saatavissa:  
<http://journals.tdl.org/jvwr/article/download/283/237>. Hakupäivä 28.1.2013.
2. Virtuaalimaailmat. 2013. Saatavissa:  
<http://someopisto.wikispaces.com/2.5+Virtuaalimaailmat>. Hakupäivä 28.1.2013.
3. SecondLife Wiki. 2013. Saatavissa:  
[http://wiki.secondlife.com/wiki/Main\\_Page](http://wiki.secondlife.com/wiki/Main_Page). Hakupäivä 28.1.2013
4. Mirror world. 2013. Saatavissa: [http://en.wikipedia.org/wiki/Mirror\\_world](http://en.wikipedia.org/wiki/Mirror_world). Hakupäivä 20.2.2013.
5. Avatar. 2013. Saatavissa: <http://secondlife.com/whatis/avatar/>. Hakupäivä 28.1.2013.
6. Microsoft Corp: Kinect käyttöohje. 2010. Microsoft Corp.
7. Kinect for Windows. 2013. Saatavissa:  
[http://www.microsoftstore.com/store/msstore/en\\_US/pd/ThemeID.27509700/Kinect-for-Windows/productID.244210600](http://www.microsoftstore.com/store/msstore/en_US/pd/ThemeID.27509700/Kinect-for-Windows/productID.244210600). Hakupäivä 28.1.2013.
8. Microsoft Kinect Teardown. 2011. Saatavissa:  
<http://www.ifixit.com/Teardown/Microsoft-Kinect-Teardown/4066/2>. Hakupäivä 28.1.2013.
9. Project Natal: Concept to Reality. 2010. Saatavissa:  
<http://research.microsoft.com/apps/video/default.aspx?id=144455>. Hakupäivä 28.1.2013.
10. Kinect With Nightshot. 2010. Saatavissa:  
<http://www.youtube.com/watch?v=nvvQJxgykcU>. Hakupäivä: 28.1.2013.



11. Oamkin 3D-virtuaalilaboratorio Cave otettu käyttöön. 2012. Saatavissa:  
<http://www.oamk.fi/?id=25956>. Hakupäivä 11.2.2013.
12. Cave automatic virtual environment. 2013. Saatavissa:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Cave\\_automatic\\_virtual\\_environment](http://en.wikipedia.org/wiki/Cave_automatic_virtual_environment). Hakupäivä 11.2.2013.
13. Virtual Tour. 2013. Saatavissa:  
[http://www.oamk.fi/hankkeet/cave/virtual\\_tour/](http://www.oamk.fi/hankkeet/cave/virtual_tour/). Hakupäivä 11.2.2013.
14. Git. 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Git>. Hakupäivä 6.3.2013.
15. IModule Class Reference. 2013. Saatavissa:  
[http://doc.meshmoon.com/doxygen/class\\_i\\_module.html](http://doc.meshmoon.com/doxygen/class_i_module.html). Hakupäivä 28.1.2013.