



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

LIIKKEENKAAPPAUKSEN TYÖNKULKU

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Mediatekniikka
Tekninen visualisointi
Opinnäytetyö
31.5.2013
Elina Aho

Lahden ammattikorkeakoulu
Mediatekniikka

AHO, ELINA:

Liikkeenkaappauksen työnkulku

Mediatekniikan opinnäytetyö, 50 sivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

Liikkeenkaappaus, motion capture, tarkoittaa ihmisten, eläinten tai objektien liikkeiden tallentamista digitaaliseen muotoon, jota voidaan käyttää liikkeen tutkimisessa tai luomaan liikettä 3D-malleille. Tässä työssä tutustutaan liikkeenkaappaukseen ja sen eri työvaiheisiin hahmoanimaatiossa.

Työn tarkoituksena on selvittää, mitä kaikkea liikkeenkaappausprojektin työvaiheisiin kuuluu. Monet uskovat liikkeenkaappauksen olevan helppo ratkaisu, kun puhutaan hahmoanimaation luomisesta. Siksi työssä käsitellään liikkeiden kaappaamisen lisäksi erityisesti suunnittelun ja järjestelyiden merkitystä projektissa.

Koska liikkeenkaappausjärjestelmiä on erilaisia, on tässä työssä huomioitu tarkemmin OptiTrack-järjestelmän käyttötapoja. Tähän kuuluu esimerkiksi Arena, jota käytetään liikedatan tallentamisessa ja muokkaamisessa. Lisäksi mainitaan, kuinka MotionBuilderia voi käyttää datan käsittelyssä ja liikkeen siirtämisessä 3D-hahmolle.

Liikkeenkaappausprosessiin kuuluu paljon eri vaiheita, ja heikosti järjesteltynä se voi osoittautua huonoksi ratkaisuksi. Hyvin suoritettuna liikkeenkaappauksesta voi kuitenkin olla suuri apu hahmoanimaation luomisessa. Liikkeenkaappauksen avulla liikkeistä saadaan yksilöllisiä ja luonnollisia. Parhaassa tapauksessa animoidusta hahmosta voi tulla hyvin realistinen ja uskottava.

Avainsanat: motion capture, liikkeenkaappaus, OptiTrack, MotionBuilder, Arena, animaatio

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Media Technology

AHO, ELINA:

Motion Capture workflow

Bachelor's Thesis in Visualization Engineering, 50 pages

Spring 2013

ABSTRACT

The term motion capture refers to the recording of the motion of objects, animals and humans as 3D data, which can be used to study motion or to make 3D characters move. This thesis deals with motion capture and its workflow in character animation.

The purpose of the thesis was to find out what is included in a motion capture project. People often imagine motion capture to be an easy way out when talking about character animation. That is why this thesis deals with not only motion capture itself, but also the importance of pre-production.

There are different motion capture systems, but this thesis concentrates on the usage of OptiTrack. This includes Arena, which is used for capturing motion and handling the capture data. The thesis also describes how MotionBuilder can be used to handle capture data and how to attach it to a 3D character.

The process of motion capture consists of different phases, and if it is not properly organized, the animation can turn out to be poor. However, well executed motion capture can be a great help when creating character animation. Characters can become very convincing and realistic.

Key words: motion capture, OptiTrack, MotionBuilder, Arena, animation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	MOTION CAPTURE	3
2.1	Historia	3
2.2	Liikkeenkaappauksen pääryhmät	3
2.2.1	Optiset järjestelmät	4
2.2.2	Elektromagneettiset järjestelmät	5
2.2.3	Mekaaniset järjestelmät	6
2.2.4	Muut	7
2.3	Käyttötarkoitukset	8
2.4	Facial Motion Capture	9
3	SUUNNITTELU	10
3.1	Suunnittelun merkitys	10
3.2	Liikeluettelo, vuokaavio ja liiketietokanta	10
3.3	Aikataulut	13
3.4	Näyttelijän valinta	13
4	LAITTEISTO	17
4.1	Järjestelmän asennus	17
4.2	Kalibrointi	20
4.3	Markerit ja niiden sijoittaminen	23
4.3.1	Koko vartalon markerit	24
4.3.2	Kasvojen markerit	27
4.3.3	Käsien markerit	28
4.4	Markerittomat optiset järjestelmät	29
5	LIIKKEENKAAPPAUSTILANNE	32
5.1	Skeleton	32
5.1.1	Skeletonin kalibrointi	32
5.1.2	Ylimääräiset esineet	33
5.2	Kaappaustilanne	35
5.2.1	Työnjako	35
5.2.2	Työskentelyn helpottaminen	36
5.2.3	Ongelmien käsittely	38

6	EDITOINTI	41
7	DATAN SIIRTÄMINEN HAHMOON	44
7.1	Hahmon riggaaminen	44
7.2	MotionBuilder	45
8	YHTEENVETO	49
	PAINETUT LÄHTEET	51
	SÄHKÖISET LÄHTEET	52
	KUVALÄHTEET	54

1 JOHDANTO

Animoiduista hahmoista halutaan saada mahdollisimman luonnollisesti liikkuvia, minkä takia jo vanhempienkin animaatioelokuvien apuna on käytetty näyttelijöitä, joiden liikkeiden mukaan piirtäjät piirsivät hahmon eloon. Kolmiulotteisen animaation yleistyessä ja tekniikan kehittyessä näyttelijöiden liikkeiden ja ilmeiden käyttäminen animoimisen apuna on siirtynyt seuraavalle tasolle. Motion capture eli liikkeenkaappaus mahdollistaa näyttelijöiden liikkeiden tallentamisen tietokantaan, josta sitä voi käyttää hahmojen animoimiseen ilman tarvetta animoida koko liike käsin.

Liikkeenkaappaus on nostanut asemaansa animaatioiden kehityksessä. Sen avulla voidaan luoda animaatiohahmolle hyvin luontevaa ja persoonallista liikettä, joka sisältää paljon ihmisen liikkumisessa ilmeneviä yksityiskohtia. Myös kasvojen ilmeitä kyetään tallentamaan, jolloin nämä hienovaraiset liikkeet pystytään siirtämään myös hahmoille. Tämä saa hahmoista uskottavia ja hyvin realistisia.

Jotta ihmisen liikkeiden tallentaminen olisi mahdollista, tarvitaan siihen tarkoitettu järjestelmä. Näitä liikkeenkaappausjärjestelmiä on tarjolla erilaisia, joilla kullakin on omat hyvät ja huonot puolensa. Osa laitteistoista käyttää kaappaukseen markkereita, eli merkkejä näyttelijän vartalolla. Markerit ilmaisevat liikkeen kannalta tärkeiden kohtien sijainnit, jotka ohjelma ratkaisee kameroiden tai muiden välineiden tallentamasta datasta.

Liikkeenkaappausta ei käytetä ainoastaan elokuva- ja pelianimaatiossa, vaan sillä on käyttötarkoituksensa myös tieteellisissä tutkimuksissa, biomekaanisissa analyyseissä ja tekniikassa. Myös web-kameroissa voi olla mukana liikkeenkaappausjärjestelmä, jonka avulla käyttäjä voi vaikka vaihtaa omat kasvonsa jonkin fantasiahahmon kasvoihin.

Vaikka liikkeenkaappauksen luullaan usein olevan nopeaa ja yksinkertaista, on sen työnkulku pitkä prosessi. Suunnittelun merkitys on suuri, sillä sen laiminlyö-

minen saattaa aiheuttaa helposti hidasteita projektin eri vaiheissa. Näyttelijöiden valinta on myös tärkeää, aivan kuin tavallisen elokuvaroolin esittäjän valinnassa. Aiemmin liikkeenkaappauksen jälkikäsitteily vaati paljon töitä, mutta tekniikan kehittyttyä datasta saadaan yhä tarkempaa ja editoimisen tarve on vähentynyt. Monet uskovat, että epäonnistunutta liikedataa voi editoida helposti. Tämä on kuitenkin työlästä, minkä takia kaappauksen datan kuuluisi olla hyvälaatuista.

Tässä työssä tutustutaan tarkemmin liikkeenkaappaukseen ja sen eri tekniikoihin keskittyen optisiin järjestelmiin. Työssä tarkastellaan myös liikkeenkaappausta hahmoanimaatiossa hyödyntävän projektin työnkulkuun.

2 MOTION CAPTURE

2.1 Historia

Liikkeenkaappaus ajatuksena ei ole uusi, sillä jo animaatioelokuvassa Lumikki ja seitsemän kääpiötä (1937) on käytetty hyväksi liikkeenkaappauksen alkumuotoa, rotoskooppausta. Tämä tarkoittaa liikkeen jäljittelyä filmatun materiaalin avulla. Digitaalisen animaation kehittyessä myös perinteiset tekniikat siirtyivät digitaaliseen muotoon, ja rotoskooppausta käytetään yhä. (Sturman 2013.)

1980-luvun alussa kinesiologian ja tietotekniikan professori Tom Calvert kiinnitti potentiometrejä, kolminapaisia säätövastuksia, ihmisen vartaloon ja käytti siitä ulostulleita tietoja animoituihin hahmoihin tutkiakseen koreografioita ja epänormaaleja liikeratoja. (Sturman 2013.)

Digitaaliseen muotoonsa liikkeenkaappaus on muotoutunut 1970-luvun lopusta lähtien. Aluksi teknologiaa käytettiin lääkintä- ja sotasovelluksissa, kunnes sen mahdollisuudet animaatiotarkoituksiin huomattiin 1980-luvulla. (Kitakawa & Windsor 2008, 6.) Alkuaikoinaan liikkeenkaappauksen datan editoimiseen saattoi kulua yhtä kauan aikaa, kuin jos animaattori olisi luonut koko animaation tyhjästä käsin (MetaMotion 2013). Teknologian kehittymisen ansiosta on nykyään mahdollista saada erittäin tarkkaa jälkeä jo ennen datan editoimista, reaaliajassa.

2.2 Liikkeenkaappauksen pääryhmät

Kaupallisessa käytössä olevat liikkeenkaappausjärjestelmät jaotellaan yleensä kolmeen pääryhmään: optiset, elektromagneettiset ja mekaaniset järjestelmät. Jokaisella järjestelmällä on omat vahvuutensa ja heikkoutensa, eikä ole selkeää ratkaisua sille, mitä järjestelmää projektissa kannattaa käyttää. Optiset järjestelmät ovat kuitenkin osoittautuneet suosituiksi. (Kitagawa & Windsor 2008, 8.)

2.2.1 Optiset järjestelmät

Optinen liikkeenkaappaus tehdään kameroiden, sekä useimmiten kehossa olevien markereiden, eli merkkien avulla. Markerit on sijoitettu pääasiassa kriittisiin kohtiin, joissa tapahtuu liikettä tai joiden suhteessa liike tapahtuu. Markerit ovat joko heijastavia tai itsevalaisevia, ja useat kamerat tallentavat niiden liikkeitä ohjelman laskiessa niiden sijainnit. Tyypillisesti optinen liikkeenkaappausjärjestelmä koostuu 4-32 kamerasta ja tietokoneesta, joka kontrolloi kameroita. Markerit sijoitetaan joko suoraan näyttelijän iholle tai tähän tarkoitukseen tehtyyn vartalonmuokaiseen pukuun, joka on valmistettu venyvistä materiaaleista. (Kitakawa & Windsor 2008, 8.) Kuvassa 1 on OptiTrack-järjestelmään kuuluva puku ja yksi mahdollinen markereiden kiinnitystapa. On olemassa myös markerittomia optisia kaappausjärjestelmiä, joita on ruvettu käyttämään yhä enemmän viime vuosien aikana. Erityisesti ilmeiden kaappauksessa markerittomia järjestelmiä on otettu käyttöön.



Kuva 1. Optisen järjestelmän puku markereineen

Optiset järjestelmät ovat hyvin tarkkoja. Kuitenkin osa markereista saattavat sekoittua toisiinsa datassa, tai ne saattavat piiloutua niin, ettei yksikään kamera näe niitä. Tämä aiheuttaa virheellistä dataa. Lisäksi kaikkein tehokkaimmat optiset järjestelmät ovat hintatasoltaan korkeita.

2.2.2 Elektromagneettiset järjestelmät

Elektromagneettiset liikkeenkaappausjärjestelmät pohjautuvat sotalentäjien kypärien sensoreista, jotka jäljittävät pilotin pään asentoa ja suuntaa. Elektromagneettisessa järjestelmässä 12-20 sensoria asetetaan kaapattavaan kohteeseen mittaamaan tilaa koskevaa suhdetta magneettiseen lähettimeen. Lähetin luo matalataajuisen elektromagneettisen kentän, jonka vastaanottimet havaitsevat. Siitä se siirretään elektroniseen ohjausyksikköön, missä se suodatetaan ja vahvistetaan. Keskuksietokoneessa ohjelma ratkaisee jokaisen sensorin sijainnin ja suunnan koordinaatistossa. (Menache 2000, 20.)



Kuva 2 Elektromagneettinen järjestelmä

Elektromagneettisen järjestelmän sensorit eivät kärsi piiloutumisesta eikä niiden lähettämä tieto sekoitu toisiinsa, mikä johtaa siihen, ettei jälkikäsitteilyä tarvita. Tämän takia järjestelmää voidaan käyttää reaaliaikaisissa sovelluksissa. (Kitagawa & Windsor 2008, 10.) Jotta tämä ominaisuus voitaisiin ottaa käyttöön, on se yhdistettävä tehokkaaseen tietokonejärjestelmään, joka kykenee renderöimään suuren määrän polygoneja reaaliajassa. Projektista riippuen tällaisen tietokonejär-

jestelmän hankkiminen saattaa tulla kalliimmaksi kuin mitä itse magneettinen jäljitin maksaa. (Menache 2000, 20.)

Elektromagneettisten järjestelmien pääongelmakohta on se, että ne vaativat johtoja ja lähettimen, jotka kiinnitetään näyttelijään, kuten kuvasta 2 voidaan havaita. Usein myös kaappausalue on pienempi kuin optisissa järjestelmissä. Nämä seikat voivat estää näyttelijää liikkumasta vapaasti. (Liverman 2004, 9.) Toisaalta elektromagneettiset järjestelmät kykenevät kaappaamaan useamman henkilön liikkeitä samanaikaisesti erilaisilla asetuksilla. Järjestelmä on kuitenkin herkkä metalleille, jolloin niiden aiheuttamille häiriötekijöille altistuessaan kaappaustulokseen voi ilmaantua epäsäännöllisyyttä. Myös järjestelmän konfiguraatiota on vaikea muuttaa. (Menache 2000, 23.)

2.2.3 Mekaaniset järjestelmät

Mekaaniset järjestelmät mittaavat suoraan näyttelijän nivelten kulmia. Näyttelijän yllä on puku, johon on asennettu ulkoista luurankoa muistuttava laite, joka koostuu suorista tangoista ja potentiometreistä. Kuvassa 3 on yksi esimerkki tällaisesta mekaaniseen järjestelmään kuuluvasta laitteesta. Potentiometrit ovat komponentteja, joita on käytetty elektroniikkateollisuudessa. Niitä esiintyy esimerkiksi vanhojen radioiden äänen voimakkuuden säädöissä. (Menache 2000, 23.) Suorat tangot ovat yhteydessä toisiinsa potentiometriänsä kanssa vartalon nivelten kohdissa. Pukuun asennetut sensorit seuraavat liikkeitä suhteessa toisiinsa. Näiden avulla voidaan määrittää näyttelijän asennot ja liikkeet, jotka siirretään tietokoneella olevalle 3D-hahmolle. Datahankat ja digitaaliset rangat edustavat eri tyyppin mekaanisia järjestelmiä. (Kitagawa & Windsor 2008, 11.)

Mekaaniset liikkeenkaappausjärjestelmät ovat reaaliaikaisia ja suhteellisen edullisia, eivätkä optisten tai elektromagneettisten järjestelmien ongelmat päde niihin. Järjestelmää on helppo siirtää, ja johdottomia järjestelmiä käytettäessä kaappausaluetta voidaan kasvattaa melko suureksi. Ongelmallisia tilanteita voi tulla, jos näyttelijä astuu esimerkiksi portaita ylös. Tällaisessa tilanteessa datan mukaan henkilö näyttää kävelevän normaalisti tasamaalla. Lisäksi ulkoinen luuranko saat-

taa helposti rajoittaa näyttelijän liikehdintää. Se voi rikkoutua helposti, ja sen nivelet eroavat ovat yksinkertaisempia kuin ihmisellä, minkä takia liikeradat saattavat olla vääriä. Joidenkin liikkeiden suorittaminen saattaa satuttaa näyttelijää, kuten esimerkiksi maassa kieriminen, mikä myös saattaa hajoittaa luurangon. (Kitagawa & Windsor 2008, 11.)



Kuva 3. Mekaaninen järjestelmä

2.2.4 Muut

Edellä mainittujen liikkeenkaappausjärjestelmien lisäksi on muunmuassa olemassa akustinen liikkeenkaappaus. Se koostuu lähettimistä, jotka ovat kiinnitettynä kohteeseen, joka synnyttää ääntä. Kohteen ympäröivät äänen vastaanottimet mittaavat ajan, joka kuluu sen kulkemiseen lähettimestä vastaanottiin. Tämän avulla pystytään määrittelemään jokaisen lähettimen sijainti. Akustisesta liikkeenkaappauksesta ei kuitenkaan ole kehittynyt suosittua järjestelmää. (Liverman 2004, 8-9.)

2.3 Käyttötarkoitukset

Peliteollisuus on suurin liikkeenkaappauksen käyttäjä. Pelit halutaan kehittää yhä realistisemmän näköisiksi, ja liikkeenkaappaus tarjoaa siihen keinon. Peleissä käytetään pääasiassa kahta eri 3D-animaatiotyyppiä: reaaliaikaista ja elokuvamaista animaatiota. Reaaliaikaisessa liikkeessä on kyse pelitilanteesta tapahtuvasta animaatiosta, jolloin pelaaja ohjaa hahmoa, joka liikkuu halutulla tavalla. Elokuvamainen animaatio taas on nimensä mukaisesti valmis animaatio, joita käytetään usein introissa ja välikohtauksissa. (MetaMotion 2013.)

Liikkeenkaappauksen käyttö elokuvissa on lisääntynyt huomattavasti viime aikoina. Liikkeenkaappausta saatetaan käyttää, jos kohtaus on liian vaikea tai vaarallinen kuvattavaksi. (MetaMotion 2013.) Jos elokuvassa on jollain tavalla erikoinen hahmo, johon vaaditaan 3D-malli, voidaan siihen liittää kaapattua liikettä, jolloin sen liikkeet eivät eroa merkittävästi muusta liikkeestä.

Liikkeenkaappausta käytetään edelleen myös tieteellisissä tarkoituksissa, esimerkiksi biomekaanisessa analyysissä. Sitä voidaan käyttää mittaamaan asiakkaan liikekyvyttömyyttä kuten myös kehittymisen asteen kuntoutuksessa. Myös proteesien suunnittelussa voidaan käyttää hyödyksi liikkeenkaappausta. (MetaMotion 2013.)



Kuva 4. Kinect siirtää pelaajan liikkeet pelin hahmoille

Xboxin tuotua markkinoille Kinectin, liikeohjaimen, on liikkeenkaappausta ruvettu käyttämään yhä enemmän myös kotiloissa. Kinectin avulla käyttäjä voi pelata pelejä käyttäen koko vartaloaan ohjaimena, mistä on esimerkki kuvassa 4. (Kotilainen 2010.) Myös tavallisissa web-kameroissa on nykyään toimintoja, jotka tunnistavat kasvoista kiintokohtia. Käyttäjä voi vaihtamaan kasvojen paikalle jonkin erikoisen näköisen hahmon, jonka kasvon ilmeet imitoivat käyttäjän ilmeitä.

2.4 Facial Motion Capture

Ilmeet ovat tärkeitä, kun tavoitellaan aitoja tunnetiloja. Fiktiivisille hahmoille tavoitellaan mahdollisimman aidon tuntuista ilmeitä ja reaktioita, jotta elämys tuntuisi todelliselta. Siksi ilmeiden kaappaaminen sisällytetään usein liikkeenkaappausprojektiin. Ilmeiden kaappaaminen mahdollistaa näyttelijän ilmeiden siirtämisen 3D-hahmolle, minkä tuloksena hahmon kasvojen animaatiosta voidaan saada luonnollisempaa, kuin käsin animoidutuna. Näyttelijää voidaan tällä keinolla nuorentaa, vanhentaa tai vaihtaa ulkonäkö täysin toiseksi ilman useiden tuntien maskeerausta.

Kasvojen liikkeet ovat paljon hienovaraisempia ja huomaamattomampia, minkä takia ilmeiden kaappauksessa käytetään suuriresoluutioisia optisia laitteistoja ja erilaisia suodatustekniikoita. Kasvojen liikkeitä kaapatessa tallennetaan pehmeiden kudosten liikettä, kun koko vartalon liikkeenkaappauksessa tutkitaan luurankoa ja sen liikkeitä. Kasvot ovat ainut ihmisen osa, jossa jotkut lihaksista ovat kiinnittyneinä toisiin lihaksiin luiden sijasta. Suurin osa kasvojen lihaksista on pieniä, ohuita ja kerroksittaisia, sekä kiinnittyneinä rasvakudokseen. (Kitagawa & Windsor 2008, 151, 160.)

3 SUUNNITTELU

3.1 Suunnittelun merkitys

Vaikka liikkeenkaappauksesta voi olla hyötyä, ei sitä aina kannata käyttää. Jos sen kuitenkin todetaan olevan paras ratkaisu, täytyy huomioida suunnittelun tärkeys. Oikein toteutetulla ja kunnolla suunnitellulla liikkeenkaappauksella voidaan säästää rahaa ja aikaa. Monet liikkeenkaappausfirmoista päätyvät käyttämään vain 20-40% kaapatusta datasta, kun taas kunnollisella suunnittelulla ja järjestelyllä voidaan saada käyttöön jopa 80-90% datasta (Liverman 2004, 36). Projektin suuruudesta riippuen liikkeenkaappauksen työskentelyvaiheet eroavat hieman laajuudeltaan. Isoissa projekteissa spesialisteista koostuvat tiimit ovat vastuussa eri osuuksista, kun pienemmissä vain muutama henkilö vastaa koko tuotoksesta. Joka tapauksessa tarkka suunnittelu ja testaaminen on tärkeää projektin sujumisen ja onnistumisen kannalta. (Kitagawa & Windsor 2008, 31.)

3.2 Liikeluettelo, vuokaavio ja liiketietokanta

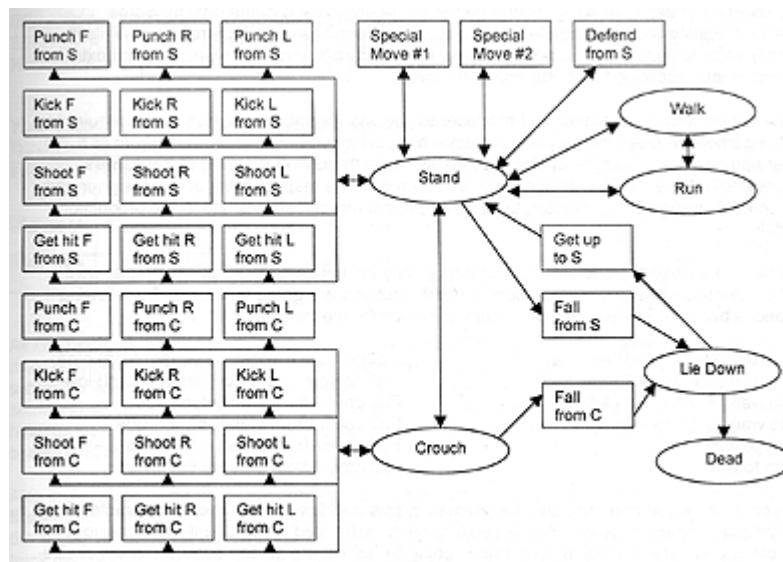
Liikeluettelo on lista, josta selviää kaikki liikkeenkaappaustilaisuuksissa hoidettavat kaappaukset. Tällaisesta on esimerkki kuvassa 5. Peleihin suunnitelluista luetteloista selviää asennot, joista jokainen liike alkaa ja loppuu. Näiden alku- ja loppuasentojen määrittäminen helpottaa luonnollisten siirtymien luomista hahmon liikkeissä. Lista voi myös sisältää kuvaukset liikkeistä, jos sille on tarvetta. Jotkut liikkeet eivät vaadi alku- ja loppuasentoja. Nämä ovat yleensä ns. looppaavia, eli toistuvia liikkeitä, kuten esimerkiksi kävely tai juoksu. Jos tavoitteena on saada elokuvallinen kaappaustulos, on suunnitteluvaiheessa otettava huomioon hieman eri asioita. Näihin laaditaan kuvakäsikirjoitus ja oma liikeluettelo, sillä ne ovat lähempänä elokuvan tai näytelmän valmistelua. (Liverman 2004, 40-64.)

Mo-Cap List - Hook, line and Stinker						
Date: 20.11.2012						
Scenes number	Name of scene:	Description:	Motion:	Dialog:	Duration:	Props:
1	EXT. FISHING BOAT. DAWN	Father hoisting the sail.	Father standing, hands reaching for rope.			Rope
3	EXT. FISHING BOAT. DAWN	Father gutting morning catch.	Father is standing up and brutally gutting the morning chatch.			Fish, knife
5	EXT. FISHING BOAT. DAWN	Father throwing water to deck.	Father is throwing water brutally on to the deck.			Bucket
2	INT. CABIN. DAWN	Son sharpening pencil.	Son sitting down sharpening pencil.			Stool, pencil, notebook
4	INT. CABIN. DAWN	Son feeling tip of pencil.	Son sitting down feeling the tip of the pencil.			Stool, pencil, notebook
12	INT. CABIN. MIDNIGHT	Father wee	Father wakes Son up as he is weeing	Father: Nature calls. Son: Right I'm definitely up!		Stools, table, bucket
15	EXT. FISHING BOAT. LATE AFTERNOON.	Father in stormy weather	Father in stormy weather pulling up fishing nets and getting the fish into the box in the middle of the boat.			
			Son sits with his back up against the door. Father hits the door furiously from the other side. <i>Dialog</i> . After a long silence	Father: I'll teach you some manners boy. Never stick you middle finger up at a fisherman... That's rules of the I Son: What are you talking about, you crazy old man. Father: Oll! What did I tell you about that cheek, it's mother that's turned you into a		

Kuva 5. Esimerkki liikeluettelosta

Vuokaavio auttaa selvittämään erilaisia liikemahdollisuuksia. Se on niin sanotusti toinen vaihe liikeluettelon jälkeen. Kuitenkin osa vuokaaviosta kehitetään ennen liikeluetteloa, ja osa samanaikaisesti. Vuokaavioiden laajuus ja lukumäärä riippuu projektista. Lisäksi se on riippuvainen suunnittelijoiden tekemän työn määrästä. Projektin ollessa epälineaarinen, kuten peli, vuokaavioissa on kaksi erityistä tasoa. Ensimmäinen taso on graafinen kuvaus projektin pääalueista. Esimerkiksi peleissä

näitä ovat hahmon eri olotilat. Hahmo voi olla vaikka rentoutunut tai hyökkäystilassa. Jos kyseessä on urheilupeli, hahmon tehtävä lajissa voi määrittellä tämän tilan. Toinen taso jakaa nämä pääalueet tiettyihin liikkeisiin. Hahmo reagoi erilaisiin ärsykkeisiin eri tavoilla. Jos häntä kohti esimerkiksi ammutaan, täytyy selvittää mahdolliset reaktiot. Hahmo voi juosta pakoon tai hyökätä. Lisäksi täytyy miettiä, reagoiko hahmo ärsykkeisiin yhdellä vai useammalla tavalla. Liikesarjat voivat päteä useampiin hahmoihin, tai olla yksilöllisiä. Vuokaavion jakaminen osiin auttaa näkemään kokonaiskuvan ja ymmärtämään projektin rakennetta. Kuvassa 6 on yksi esimerkki vuokaaviosta. Jotkin liikesarjat saa parhaiten kuvattua liikediagrammeilla vuokaavioiden sijaan. (Liverman 2004, 68, 82.)



Kuva 6. Esimerkki vuokaaviosta

Listan ja vuokaavion lisäksi on tarpeellista luoda liikkeille tietokanta, joka sisältää yksityiskohtaista informaatiota jokaisesta suoritettavasta liikkeestä. Tietokanta on yksityiskohtaisempi ja sitä voi käyttää useammassa työnkulun vaiheessa. On tärkeää, että se sisältää täsmällistä ja päivitettyä informaatiota, minkä takia sitä täytyy ylläpitää jatkuvasti. Tietokantaan voi kirjata merkintöjä jokaisesta liikkeestä kaappaustilanteessa, ja liikekoordinaattori käyttää näitä tietoja jakaessaan liikkeitä animaattoreille. Animaattorit saavat liikedatan animointiin ja editoimiseen vaadittavat tiedot tietokannasta liikekoordinaattorin pystyessä seuraamaan heidän edistymistään. (Liverman 2004, 84.)

3.3 Aikataulut

Ennen varsinaista liikkeenkaappausta tulisi siihen kulutettavien päivien määrä selvittää ja suunnitella. Jotta se onnistuisi, on otettava selville tarvittavat liikkeet. Näistä laaditaan lista ja erityisemmistä tilanteista mahdollisesti kuvakäsikirjoitus. Listan ollessa valmis voidaan suunnitella kaappaukseen tarvittavien päivien määrä. Tehokkaalla ja kokeneella työskentelyllä voidaan saavuttaa jopa 100 eri perusliikkeen suoritusta päivässä. Tämä tarkoittaa sitä, että noin sadasta eri liikkeestä saadaan vähintään yksi onnistunut kaappaus. Käytännössä siis kaappauksia tehdään useampia. Vaativimpien liikkeiden suorittaminen ja kaappaaminen vähentää päivässä suoritettujen kaappausten määrää, sillä ne tarvitsevat usein enemmän aikaa valmistelulle ja mahdollisesti useamman suorituksen ennen kuin saavutetaan haluttu tulos. Toisaalta yksinkertaisimpien liikkeiden suorittaminen taas vastaavasti hoituu nopeammin. Kokemattomalta henkilöltä kaappausten suorittamiseen menee luonnollisesti enemmän aikaa. Jos käytetään ulkopuolista liikkeenkaappausstudiota, on tärkeää osata arvioida tarvittava aika. On hyvä varata noin puoli päivää tai päivä ylimääräistä aikaa viivästymisien varalta. Jokaisesta varatusta tunnista kuitenkin täytyy maksaa, joten huono arviointi voi tulla kalliiksi. (Liverman 2004, 28-29.)

Jos projekti vaatii useita satoja tai tuhansia kaappauksia, tai jos aikataulussa on tilaa, on tällöin kannattavaa järjestää kaksi erillistä liikkeenkaappaustilaisuutta. Nämä tilaisuudet voivat kukin kestää useita päiviä. Kun tilaisuuksia on kaksi, voidaan mahdollisia ensimmäisellä kerralla tapahtuneita erehdyksiä tai puutteita korjata toisella kerralla. Joskus projektiin voi myös tulla muutoksia tai lisäyksiä, jolloin niihin voidaan reagoida toisella tilaisuudella. Jos kaikki liikkeet kaapataan ensimmäisellä kerralla, eikä jokin datasta ole tarpeeksi laadukasta tai jos huomataan, että jokin liike puuttuu, joudutaan silloin tyytymään olemassa olevaan dataan. (Liverman 2004, 29.)

3.4 Näyttelijän valinta

Koska liikkeenkaappauksen on tarkoitus saada realistista liikettä animaatioon, on otettava huomioon näyttelijöiden merkitys erityisesti tärkeimpien hahmojen koh-

dalla. Ihmiset liikkuvat eri tavoilla: jollakin näyttelijällä saattaa olla jokin erityinen ominaisuus liikkumisessaan, joka siirtyy kaappausdataan. Jos jokaisella projektissa esiintyvällä hahmolla on vastaava ominaisuus, voi se olla häiritsevä tekijä. Myös näyttelijöiden ruumiinrakenne ja pituus on yksi vaikuttava tekijä hahmon uskottavuuden lisäämisessä. Jos hahmo on suurikokoinen ja liikkuu kömpelösti, olisi myös näyttelijän oltava lähelle vastaavaa. Tällöin liike näyttää luonnollisemmalta, kuin jos pienempikokoinen näyttelijä näyttelisi suuren hahmon liikehdintää ja yrittäisi olla kömpelö. Näyttelijöiden taidot on myös huomioitava. Jos pyritään kaappaamaan erityistä taitoa vaativia liikkeitä, esimerkiksi ammattimaisia tanssia, näyttelijäksi kannattaa hankkia ammattilainen. Kuvassa 7 on projektiin palkattu ammattilaisjäähkiekkoilija Ryan Kesler. Monet saattavat valita näyttelijöiksi tuttuja henkilöitä, jotka harrastavat kyseisiä lajeja, mutta eivät ole kuitenkaan ammattilaisia. Vaikka se onkin edullisempaa, näkyy se kuitenkin lopputuloksessa. (Liverman 2004, 16.)



Kuva 7. Vaativia ja tiettyjä taitoja vaativia suorituksia varten palkataan ammattilaisia. Kuvassa Ryan Kesler.

Jotkut projektit pärjäävät yhdellä näyttelijällä, ja jotkut vaativat useampia, jotta saataisiin saavutettua toivottu lopputulos. Liikkeenkaappausprojektissa on suositeltavaa valita mahdollisimman korkeatasoisia näyttelijöitä budjetin sallimissa rajoissa. Toisinaan tarvitaan myös eläimiä suorittamaan liikkeenkaappausta. Liikkeenkaappauksessa käytettäviä päänäyttelijätyypppejä on neljää erilaista: eläinnäyttelijät, atleettiset näyttelijät, hahmon näyttelijät sekä stunt-näyttelijät. (Liverman 2004, 174.)

Eläimiä käyttäessä liikkeenkaappauksessa on huomioitava eri asioita kuin ihmisen kanssa työskennellessä. Eläintä voi olla vaikeampi saada tekemään haluttuja liikkeitä, ja liikkeenkaappausaluetta voidaan joutua muokkaamaan eläimen tarpeisiin sopiviksi. Eläinhahmolle täytyy määritellä oma skeleton ja konfiguraatio. Myös markerit täytyy kiinnittää eri tavalla kuin ihmiseen. Eläimen anatomian eroavaisuuksien lisäksi eläin ei välttämättä pidä markereiden tunnusta ja saattaa yrittää irroittaa ne. Tällöin on mietittävä eri ratkaisuja kaappauksen onnistumiseksi. (Liverman 2004, 175.)



Kuva 8. Eläinten liikkeenkaappaus vaatii erilaisia järjestelyitä.

Erytistä atleettista taitoa vaativiin suorituksiin olisi valittava ammattilainen. Ammattilaisurheilijoiden koordinaatiokyky on parempi, ja samalla mahdollisuus

saada haluttu kaappaustulos pienellä alueella kasvaa. Pieni kaappausalue tuo suuremman tarkkuuden, joten näyttelijän on kyettävä suoriutumaan liikkeistään ahtaassa tilassa. Atleettinen näyttelijä, joka suostuu ottamaan ohjeita vastaan ja kykenee jaottelemaan liikkeet eri komponentteihin on liikkeenkaappauksen kannalta hyvä valinta. (Liverman 2004, 178.)

Hahmonäyttelijää voidaan tarvita, jos projektissa on elokuvamaisia kohtauksia, tai jos jollakin hahmolla on uniikkeja persoonallisuuksia. Tällaiseen tehtävään on syytä valita näyttelijätaustainen henkilö, sillä he usein ymmärtävät liikettä, ajoitusta ja kehonkieltä. Tähän kategoriaan kuuluvat myös tietyn kokoiset näyttelijät. Aiemmin oikean ruumiinrakenteen omaavan näyttelijän valinta oli tärkeää, mutta nykyään se ei ole välttämätöntä. Kuitenkin hahmon uskottavuuden säästämiseksi on parempi, että näyttelijän ruumiinrakenne vastaa mahdollisimman hyvin hahmon ruumiinrakennetta. (Liverman 2004, 180.)

Stuntinäyttelijöiltä vaaditaan atleettisen näyttelijän tavoin myös kykyä suorittaa liike pienellä alueella. Tähänkin rooliin tarvitaan ammattilainen, joka kykenee suoritukseen ilman ylinäyttelemistä. Optimaalinen näyttelijä on jokaisessa tyypissä sellainen, joka on aiemmin ollut mukana liikkeenkaappauksessa. Kokoneiden näyttelijöiden käyttäminen voi säästää aikaa. Lisäksi he ovat tottuneita pitkiin ja rankkoihin työpäiviin, mikä tarkoittaa sitä, että he kykenevät toimimaan liikkeenkaappauksen vaatimalla tahdilla aina silloin, kuin on tarve. (Liverman 2004, 181.)

Projektista riippuen useamman näyttelijän valitseminen voi olla hyvä ratkaisu. Jos kyseessä on esimerkiksi urheilupeli, kahden tai kolmen liikkumis- ja juoksu-tyylin käyttäminen luo realistisempaa vaikutelmaa. Hahmoista tulee yksilöllisempiä ja persoonallisempia, kun ne liikkuvat hieman eri tavoilla. (Liverman 2004, 221.) Toisaalta voidaan myös käyttää yhteen hahmoon juoksu yhdeltä ja kävely toiselta henkilöltä. Kaikkein tehokkainta projektin kannalta on, jos yksi näyttelijä kykenee suorittamaan useamman tarvittavan liikkeen, eli pystyy toimimaan esimerkiksi hahmonäyttelijänä ja stuntinäyttelijänä (Liverman 2004, 181).

4 LAITTEISTO

4.1 Järjestelmän asennus

Liikkeenkaappausjärjestelmiä on erilaisia, ja jokaisella on omia suosituksiaan järjestelmien asentamisessa ja käytössä. Tässä työssä tarkastellaan tarkemmin kahdeksan kameran OptiTrack-järjestelmää. Liikkeenkaappauksen voi suorittaa myös kuudella kameralla, mutta kameroiden lisääminen tuo enemmän tarkkuutta, kun markeri näkyy useammalle kameralle samanaikaisesti. Kameroiden lisääminen on suositeltavaa, mikäli halutaan erityisen tarkkaa ja hyvälaatuista kaappausdataa. Mitä enemmän kameroita on, sitä paremmin markereiden sijainnit pystytään määrittelemään kaappausalueella. Kuvasta 9 voidaan havaita, kuinka 12 kameraa voidaan sijoittaa. Jokaisen markerin kuuluisi näkyä vähintään kahdelle, mutta mieluiten useammalle kameralle samanaikaisesti. Tällöin järjestelmä kykenee laskemaan markereiden sijainnit mahdollisimman hyvin. Siksi useamman kameran käyttö on välttämättömyys hyvän kaappaustuloksen varmistamiseksi.



Kuva 9. 12 kameran sijoittelumahdollisuus

Liikkeenkaappausjärjestelmä tulee asentaa paikkaan, jossa on mahdollisimman vähän häiriötekijöitä. Optisissa järjestelmissä näihin kuuluvat esimerkiksi aurin-
gonvalo ja erilaiset heijastavat pinnat, kuten kiiltävä metalli. Kamerate saattavat tulkita näistä tulevia kirkkaita valoja tai heijastuksia ylimääräisiksi markereiksi, jolloin kaappauksen tuloksesta voi tulla virheellistä ja työlästä käsitellä. Tämän vuoksi on tärkeää minimoida ylimääräiset häiriöt ennen varsinaista kaappausta. Kiiltävä lattia on mahdollisesti peitettävä jollakin matolla. Tällöin täytyy ottaa huomioon se, ettei matto pääse liikkumaan liikaa ja aiheuttaa vaaratilanteita. Riskitekijät on minimoitava. Kamerate on hyvä kiinnittää liikkumattomiin objekteihin, kuten esimerkiksi seiniin. Jos kamerat ovat kiinni tripodeissa, on hyvä suojella niitä rakentamalla esteet niiden ympärille, jotta kukaan ei vahingossa nojaa tai törmää niihin. On tärkeää, että kamerat pysyvät paikoillaan, sillä pienikin tärähdys saattaa liikauttaa niitä, mikä aiheuttaa virheitä kaappaustilanteessa, ellei järjestelmää kalibroida uudelleen. (Kitagawa & Windsor 2008, 33.)

Kahdeksan kameran järjestelmässä kamerat asennetaan neliön muotoisen alueen nurkkiin, ja jokaiseen nurkkaan asennetaan kaksi kameraa eri korkeuksille suunnattuna alueen keskiosaan. On myös mahdollista laittaa kamerat yhdelle tasolle, jolloin kamerat voi asettaa enemmän ympyrää muistuttavaan muodostelmaan. Kun kamerat ovat kahdessa tasossa, ylemmälle sijoitetut kamerat voivat tallentaa alueen yläosissa tapahtuvia liikkeitä mahdollisimman laajasti, kun taas alemmat kamerat saavat kaapattua lähellä maata tapahtuvaa liikettä. Kameroiden tulisi olla mahdollisimman suorassa, jotta voidaan varmistaa paras mahdollinen tulos. OptiTrack-järjestelmässä suositellaan asettamaan ylemmät kamerat pystysuoraan asentoon, jolloin kameran tallentama suorakulman muotoisen kuvan pitkä sivu on vaakatasossa. Alemmat kamerat taas laitetaan vaakatasoon, jolloin kuvan pisin sivu on pystysuorassa. Suuntaamisessa apuna käytetään yhden markerin kalibrointisauvaa, joka asetetaan täydessä pituudessa keskelle aluetta pystyyn. Tämän avulla on helpompi suunnata kamera oikeaan kohtaan. Arena, OptiTrack- järjestelmään kuuluvaa datan käsittelyohjelmaa käytettäessä ylemmät kamerat suunnataan niin, että vastakkaisessa nurkassa oleva ylin kamera jää juuri ja juuri kuvan ulkopuolelle, ja kalibrointisauvan marker on pitkän sivun keskikohdassa. Alempien

kameroiden pitäisi suunnata lattiaa kohti niin, että kalibrointisauva on juuri kuvassa, ja marker lyhyemmän sivun keskikohdalla. Kameroiden sijoittaminen ja suuntaaminen on hyvin tärkeää, sillä suuntauksessa tapahtunut virhe saattaa johtaa siihen, ettei jokin kamera näe markeria, vaikka sen sijaintinsa puolesta pitäisi näkyä. (OptiTrack 2013.)

Kun käytössä on vähän kameroita, niiden etäisyys toisistaan on hyvä olla n. kolme metriä. Useampi kamera saa kartoitettua myös suuremman alueen. Tällöin voi olla hyvä idea asettaa kamerat tähtäämään alueen neljäsosiin keskikohdan sijaan. Toisaalta tämä voi aiheuttaa sen, että kovin moni kamera ei näe keskiosassa sijaitsevia markkereita. (Kitagawa & Windsor 2008, 22.)

Kasvojen ilmeitä kaapatessa vaaditaan hieman eri järjestelyitä silloin, kun se suoritetaan omassa kaappaustilanteessaan. Kamerat tarvitsevat suuremman resoluution pystyäkseen erottelemaan markerit toisistaan. Jos käytössä on useita hyvän resoluution omaavia kameroita, ei kameroita välttämättä tarvitse siirtää tai kaappausaluetta pienentää. (Kitagawa & Windsor 2008, 154.) Usein kuitenkin kamerat asetetaan omalla tavallaan. Jos käytössä on päähän kiinnitettävä kamerajärjestelmä, ei erillistä kaappaustilannetta tarvita, vaan ilmeet voidaan tallentaa samanaikaisesti vartalon liikkeiden kanssa.

Erillisessä kaappaustilanteessa näyttelijälle varataan tuoli, jonka ympärille kamerat sijoitetaan noin 200 asteen alueelle. Tämä mahdollistaa pienen pään kääntämisen ilman markkereiden katoamista. Alue voi olla pienempi, mikäli päätä ei käännellä. OptiTrack-järjestelmään kuuluva Expression, Arena vastaava ohjelma ilmeiden kaappaamiseen, ohjaa sijoittamaan kamerat jopa lähes 90 asteen kulmaan. Kamerat asetetaan eri korkeuksille, joissa toiset ovat aavistuksen silmien yläpuolella ja toiset alapuolella. Näyttelijän mukavuuden vuoksi on hyvä jättää suoraan kasvojen eteen tyhjää tilaa, jotta hän voi kiinnittää katseensa johonkin muuhun kuin kameran valoihin, jotka saattavat ahdistaa näyttelijää. (Kitagawa & Windsor 2008, 154.)

4.2 Kalibrointi

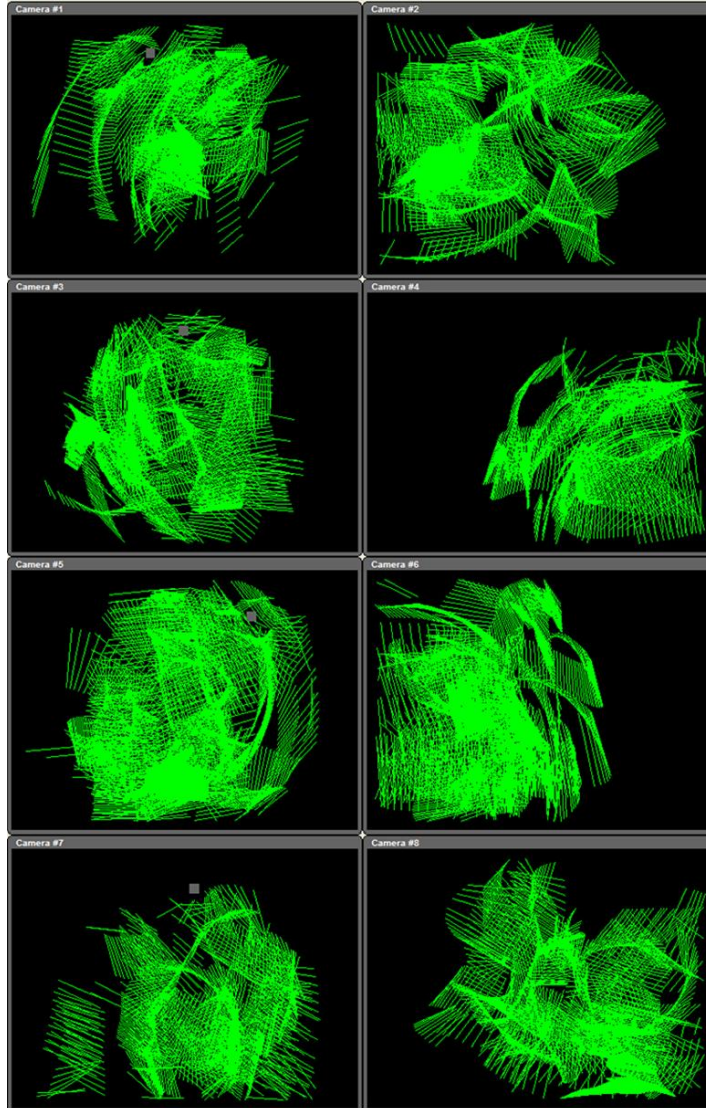
Optitrack-järjestelmään kuuluu Arena-niminen ohjelma, jolla kaapattua dataa käsitellään. Ennen varsinaista kaappausta täytyy suorittaa kameroiden kalibrointi. Optisissa järjestelmissä tämä suoritetaan kertomalla kameroille niiden sijainti ja suunta. Tähän käytetään apuna kalibrointisauvaa sekä maantason merkitsemiseen tarkoitettavaa kolmiota. Kalibrointisauva on tanko, jonka toisessa päässä on markkereita joko yksi tai kolme. Kolmen markerin kalibrointisauvalla saadaan aikaan parempi tulos, mutta yksikin markeri riittää. Kasvojen ilmeiden kaappaamiseen tarkoitettu järjestelmä kalibroidaan pienemmillä markkereilla ja sauvalla. Kuvassa 10 on kahdeksan kameraa, joista jokainen näkee saman kolmen markerin kalibrointisauvan.



Kuva 10. Kolmen markerin kalibrointisauva kahdeksan kameran näkökulmasta

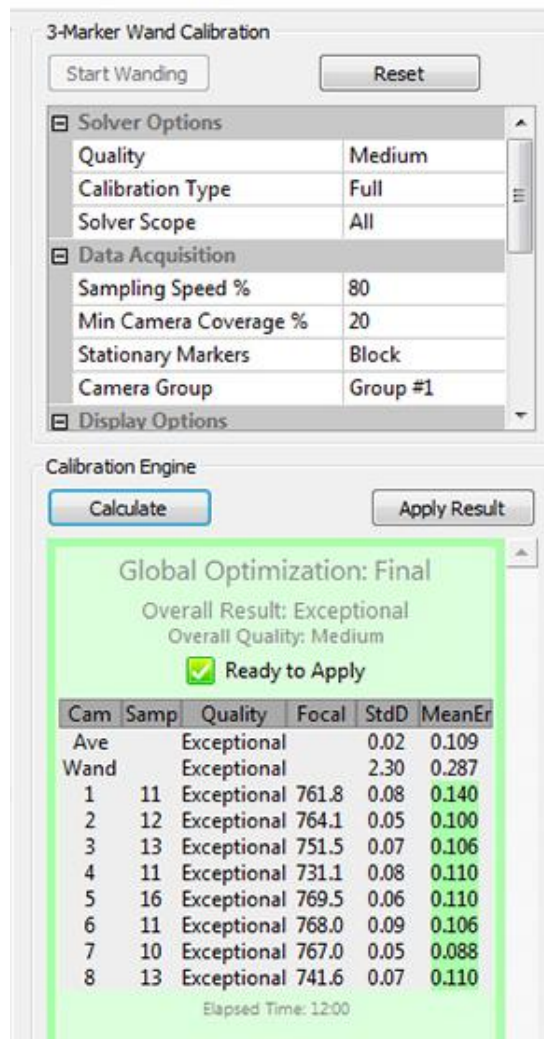
Kameroiden on hyvä antaa lämmitä reilu kymmenen minuuttia ennen ensimmäistä kalibrointia. Kalibrointi suoritetaan liikuttamalla sauvaa kaappausalueella niin, että se käy jokaisessa mahdollisessa paikassa, jossa liikettä tulee tapahtumaan ilman sauvan joutumista alueen ulkopuolelle. Samalla voi tarkkailla mahdollisia alueita, joissa marker ei näy tarpeeksi monelle kameralle. (OptiTrack 2013.) Kuvasta 11 nähdään, miltä kalibrointi voi näyttää, kun sauvaa on liikuteltu kaappausalueella. Kun alue on kartoitettu, ohjelma laskee kalibroinnin onnistumisen jokaisen kameran kohdalla. Kalibroinnin olisi hyvä olla mahdollisimman korkealaatui-

nen, ja siksi sen voi joutua tekemään useaan kertaan. Datan tarkka laskeminen saattaa myös viedä aikaa. Kuvassa 12 on medium-laatuiseksi laskettu kalibrointitulokset.



Kuva 11. Kalibrointi

Jos haluaa hyvän kaappaustuloksen, kannattaa järjestelmä kalibroida mahdollisimman usein. Mitä parempi kalibraatio on, sitä siistimpää datasta tulee. Pienikin tärinä saattaa liikuttaa kameraa. Kun liikahtanutta kameraa käytetään markerin sijainnin määrittelyyn, ei tulos ole hyvää, minkä takia se täytyy kalibroida uudelleen. Jos kaappaustilanne kestää koko päivän, voi esimerkiksi kolme kalibrointia päivässä auttaa pitämään datan siistinä. (Kitagawa & Windsor 2008, 33.)

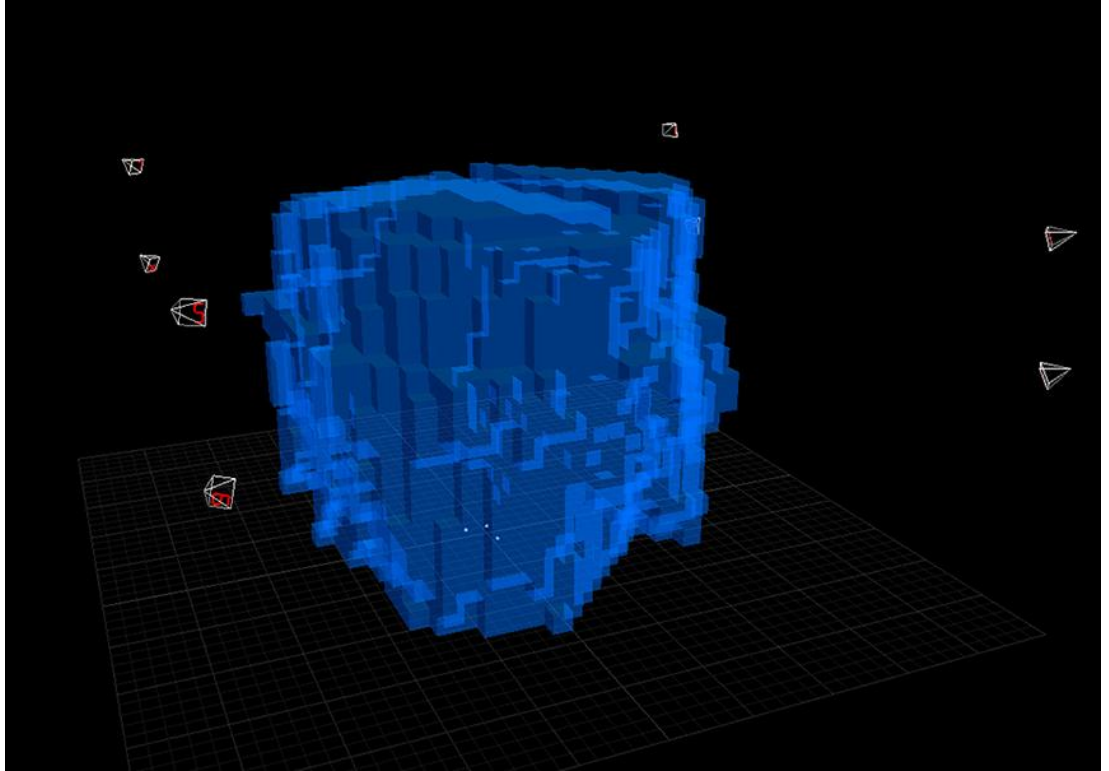


Kuva 12. Arena laskee kalibraation tulokset

Jotta ohjelma ymmärtäisi aluetta, jota se tarkkailee, on määriteltävä kaappausalueelle myös maantaso. Tähän käytetään suorakulmaista kolmiota, jonka nurkissa on markerit. Yksi sivuista on muita pidempi, jotta ohjelma pystyy määrittelemään akselien halutut suunnat. Kameran havaitsevat nämä markerit, ja siitä saamien tietojen mukaan ohjelma määrittelee maantason näiden markereiden muodostaman kolmion muotoisen tason mukaisesti.

Kun kalibrointi on suoritettu, voidaan tarkastella kaappausaluetta niin sanottuna 3D-pilvenä. Tällaisesta on esimerkki kuvassa 13. Tämä näyttää, minkälainen kaappausalue on, ja missä kohdissa tarpeeksi moni kamera näkee markerit, ja vastaavasti missä markereita ei havaita. Näin voidaan varmistaa, että liike tapahtuu varmasti alueella, josta se voidaan kaapata. Pilveä tutkimalla voidaan myös aset-

taa merkkejä varsinaiselle kaappausalueelle, mistä selviää, kuinka lähellä alueen reunoja liikettä voidaan suorittaa ilman, että markerit katoavat näkyvistä. Kalibroinnin onnistumisen seurauksena järjestelmä kykenee määrittelemään markerin sijainnin, jos kaksi tai useampi kamera näkee sen (Kitagawa & Windsor, s. 33).



Kuva 13. 3D-pilvi liikkeenkaappausalueesta

4.3 Markerit ja niiden sijoittaminen

Optisissa järjestelmissä käytettävät markerit ovat joko valoa heijastavia (passiivinen) tai itse valaisevia (aktiivinen) merkkejä, jotka on sijoitettuna näyttelijän vartaloon liikkeen tallentamisen kannalta tärkeisiin kohtiin. Passiiviset markerit ovat yleensä pyöreitä tai pallomaisia. Niiden muoto ja koko riippuvat kameran resoluutiosta ja kaappauksen käyttötarkoituksesta, sekä käytettävästä kaappausjärjestelmästä. Markerit voivat olla kovia tai hieman joustavia, jotka reagoivat paremmin iskuihin. Vartalon markerit ovat yleensä halkaisijaltaan noin 1,5cm, mutta kokovaihtoehtoja on useampia. Pienimpiä, 3-4 millimetrin halkaisijan, markkereita käytetään tarkempaa tulosta vaativiin kohteisiin, kuten kasvoihin ja käsiin. Aktiiviset markerit ovat LED-valoja, joiden liikkeitä kamerat tarkkailevat. Joissakin järjes-

telmissä LED-valot ovat päällä samanaikaisesti, joissakin yksi valo vuorollaan. Kun kyseessä on tällainen eriaikainen valaisu, eliminoituu tarve tunnistaa yksittäinen marker usean markerin joukosta. (Kitagawa & Windsor 2008, 8.)

Jokaisella liikkeenkaappausjärjestelmällä on omat suosituksensa markereiden sijoittamiseen ja niiden lukumäärään. Niiden noudattaminen on suositeltavissa, sillä niiden sijainti on todennäköisesti testattu useaan kertaan ja havaittu toimivaksi. Tässä työssä tarkkaillaan tarkemmin OptiTrack-järjestelmän suosituksia.

4.3.1 Koko vartalon markerit

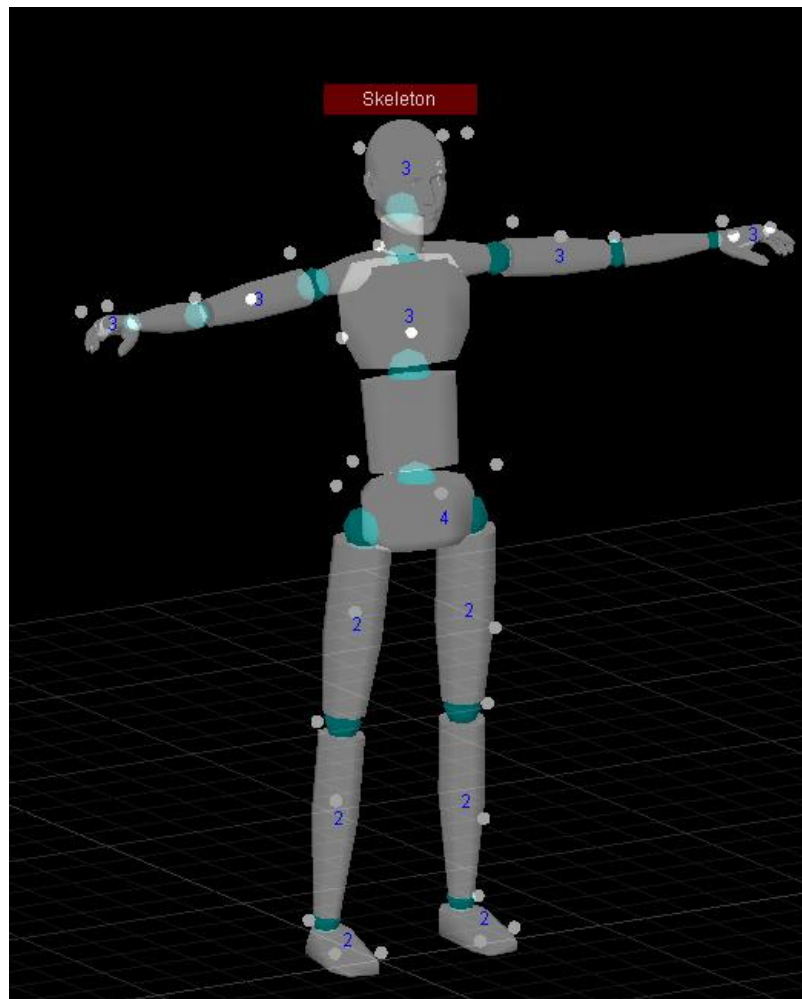
Markereilla on eri tehtäviä. Osa kertoo nivelten sijainnit ja jotkin markerit auttavat erottamaan näyttelijän oikean puolen vasemmasta tai useammat näyttelijät toisistaan. Jotkin markereista auttavat toisten markereiden kadonneen tai puuttuvan datan rekonstruoimisessa. (Liverman 2004, 133.)



Kuva 14. Markereiden mahdollinen sijoittaminen

Näyttelijän ylle puetaan yleensä tumma puku, johon markerit kiinnitetään. Kuvassa 14 on esimerkki tällaisesta puvusta ja mahdollisesta markereiden sijoittamisesta. Toisinaan markerit sijoitetaan suoraan iholle. Päämääränä on saada markerit mahdollisimman lähelle näyttelijän luurankoa sellaiseen paikkaan, josta kamerat pystyvät ne havaitsemaan. Tämä kuitenkin täytyy suorittaa niin, ettei näyttelijän liikkuminen esty tai rajoitu, jotta säilytettäisiin luonnollinen liikerata. Puvun täy-

tyy olla mieluiten tarpeeksi tiukka, etteivät markerit pääse liikkumaan väärin kohtiin tai väärillä tavoilla vartalon liikkeiden mukana. Puku on kuitenkin tehty venyvästä materiaalista, ettei luonnollinen liikkuminen esty. Pään liikkeet tallennetaan yleensä joko pannan tai lippalakin avulla, mutta on olemassa myös tarkoitukseen soveltuvat silmälasit. (Liverman 2004, 129.)



Kuva 15. 34 markerin sijoittuminen skeletonin osiin

Ennen markereiden kiinnittämistä valitaan käytettävien markereiden määrä. OptiTrack-järjestelmässä on kolme valmiiksi asetettua suositusta: 34, 36 ja 38 markerin kaappaus. Näitä käytettäessä on mahdollista käyttää Arenan automaattista toimintaa, joka tunnistaa markereiden sijainnit ja yhdistää ne oikeisiin ruumiinosiin. Esimerkiksi 34 markeria käytettäessä ne jakautuvat kuvan 15 mukaisesti. Kuitenkin on mahdollista käyttää myös eri määrä markereita. Markereiden sijoittaminen on tarkkaa, ja se saattaa vaatia paljon korjailua. Kiinnittäessä markereita

on huomioitava, että samanmuotoiset kolmiot ja suorat linjat markereiden välillä saattavat häiritä kaappausta ja aiheuttaa virheellistä dataa. Myös samanpituisia sivuja kolmioissa on vältettävä. Raajojen markereiden sijainti kuuluisi olla epäsymmetristä, lukuunottamatta nivelten kohtia. Kuvasta 15 tämän voi havaita esimerkiksi säärten markereiden sijainneissa. (OptiTrack 2013.)

Kyynärpään markeria ei kiinnitetä suoraan kyynärpään kohdalle, vaan hieman sivulle. Näin vältetään markerin vääränlaisen liikkeen muodostumista käsivartta taivuttaessa ja kyynärpään siirtäessä markerin pois paikaltaan. Sama koskee myös polvia, ja siksi markerit sijoitetaan polven ja polvitaipeen väliin. Erityisesti jalkojen ja käsien alueella saattaa kaappaustilanteessa esiintyä ongelmia, sillä niissä on useampi marker pienellä alueella samassa muodostelmassa. Kaappauksessa ne saattavat sekoittua toisiinsa, mikä saattaa osaltaan aiheuttaa virheellistä dataa esimerkiksi nilkkojen muljahteluna yms. (OptiTrack 2013.)

Näyttelijällä on jalassaan kengät, joihin markerit ovat kiinnitettyinä, lukuunottamatta tilannetta, jossa halutaan paljasjalkainen vaikutelma. Ihmisen jalat reagoivat maan iskuihin eri tavalla riippuen siitä, onko jaloissa kengät vai ei. Tämä täytyy huomioida kaappaustilanteessa. Jos haluttu liike on erityistä taitoa vaativaa tai fyysisesti haastavaa, voi näyttelijän omien kenkien käyttö olla paras ratkaisu kenkien valinnassa, jotta liikkeiden suorittaminen olisi näyttelijälle mahdollisimman mukavaa. Toisaalta markereiden kunnollinen kiinnittäminen saattaa vahingoittaa kenkiä, mikä täytyy myös huomioida. (Liverman 2004, 185-186.)

Pääasiassa markereita kiinnittäessä on tarkistettava, että ne on sijoitettu paikkoihin, missä ne pienimmällä todennäköisyydellä irtoavat kesken kaappauksen. Niiden irtoamiselta harvoin vältytään, jos vaaditut liikkeet ovat nopeita ja suurieleisiä. Siksi ylimääräisiä markereita kuuluisi varata noin 30 % tarvittavien markereiden määrästä. Näin säästytään markereiden loppumisesta aiheutuneilta hidasteilta. (Kitagawa & Windsor 2008, 28.)

4.3.2 Kasvojen markerit

Kasvojen ilmeet kaapataan erillisesti. Tämä voidaan tehdä joko irrallisella ilmeiden kaappaussessiolla, tai sitten voidaan käyttää päähän kiinnitettävää kamerajärjestelmää, joka kaappaa ilmeet samanaikaisesti vartalon liikkeiden kaappauksen kanssa. Tällaisesta on esimerkki kuvassa 16. Ilmeiden muodostumiseen vaadittavat liikkeet ovat hienovaraisia, ja siksi kasvojen markerit ovat pienempiä, ja niitä voi olla jopa satoja. (Liverman 2004, 137.) Markerit voivat olla myös piirrettyjä pisteitä näyttelijän kasvoilla. Ilmeiden kaappaamiseen täytyy tallentaa nivelten ja luiden liikehännän sijasta kasvojen lihasten liikkeet, jolloin markereiden sijoittaminen eroaa perinteisestä liikkeenkaappaamisesta. Jotta ilmeiden kaappaaminen onnistuisi, olisi syytä tuntea kasvojen anatomia, aivan kuten vartalon anatomian tuntemisesta on hyötyä koko vartalon kaappaamisessa.



Kuva 16. Pähän asetettava ilmeiden kaappausjärjestelmä

Markereiden määrä ja sijainnit riippuvat suuresti projektin tarpeista. On parempi, ettei kasvoihin kiinnitetä useampaa markeria kuin projektin tavoiteltu tarkkuus vaatii. Koko vartaloa kaapatessa ylimääräisiä markereita voidaan käyttää ehkäisemään markereiden piiloutumisen aiheuttamia ongelmia, mutta ilmeitä kaapatessa ylimääräisten markereiden muodostama data hylätään. Kasvoilla olevat markerit ovat lähekkäin toisiaan, jolloin riski niiden sekoittumiseen toisiinsa on suu-

rempi. Siksi niiden onnistunut sijoittaminen on hyvin tärkeää. (Kitagawa & Windsor 2008, 159.) Kuvassa 17 on yksi mahdollinen markereiden sijoittamistapa.

Markerit kiinnitetään kasvoihin liimalla, jonka kaltaista yleensä käytetään teko-ripsien ja peruukkien kiinnittämisessä. Markereiden oikean sijoittamisen tärkeys korostuu tällaista hienovaraista liikettä kaapatessa. Jos kaappaus tapahtuu useampana päivänä, täytyy huolehtia siitä, että markerit sijoittuvat samoille paikoille jokaisena päivänä. Tällaisessa tilanteessa voidaan käyttää apuna maskeja, joissa on pieniä reikiä. Näiden läpi voidaan piirtää kasvoille merkit, joiden kohdille markerit kiinnitetään. Onnistunut markereiden kiinnittäminen tai piirtäminen vaatii aikaa ja tarkkuutta. (Kitagawa & Windsor 2008, 151, 28.)

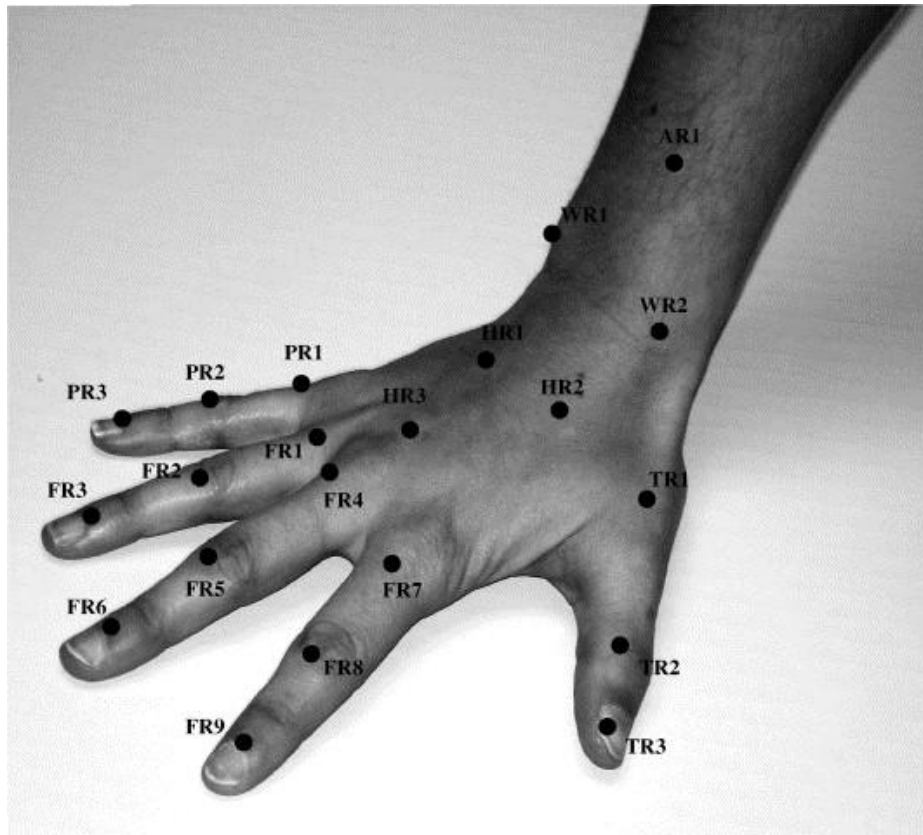


Kuva 17. Kasvojen markerit

4.3.3 Käsien markerit

Vartalon kaappauksessa ranteiden ja käsien markereita käytetään yleensä käsivartaren kiertymisen ja käden perusliikkeiden tallentamiseen. Tällaisessa yksinkertaisen liikkeen tallentamisessa käytetään kolmea markeria: yksi marker kummallakin puolella rannetta ja yksi kämmenselässä. Luonnollisesti tämä ei tallenna sormien

liikettä, jolloin lopputulokseen animaattorit tekevät tarvittaessa sormien liikkeit käsin.



Kuva 18. Käden markereiden paikat

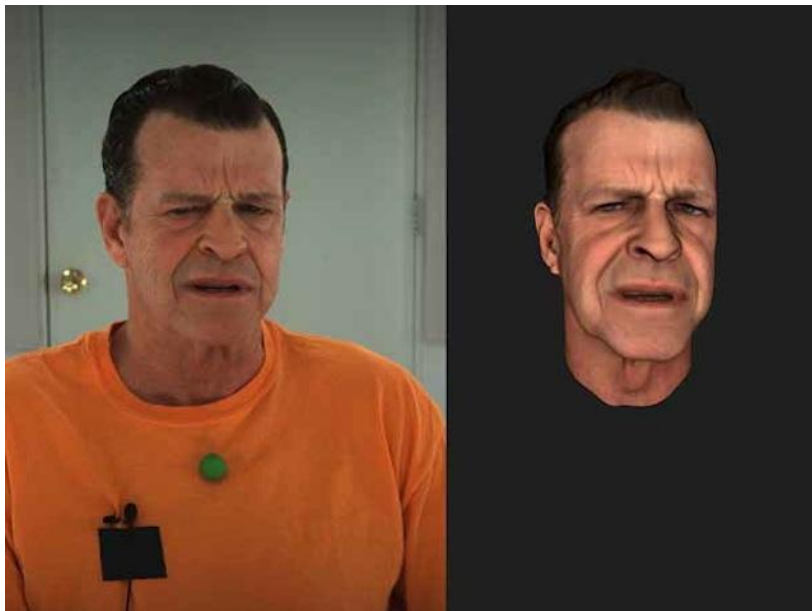
Jos halutaan tarkempaa liikettä käsille ja sormille, vaaditaan enemmän markereita ja mahdollisesti oma kaappaustilanne käsille. Lisäämällä markerin yhden sormen, esimerkiksi keskisormen, päähän saadaan kaapattua kaikkien sormien yhteinen liike. Myös peukaloon voidaan lisätä oma marker. Sormiin lisättävät markerit tulisi sijoittaa sormien päälle, etteivät markerit piiloutuisi kämmenen koskettaessa johonkin. Jos käden liike halutaan kokonaisuudessaan, voidaan kaikki nivelet ottaa huomioon, kuten kuvassa 18. Noin 25 markeria on melko yleinen määrä käsi- en liikettä kaapatessa. (Kitagawa & Windsor 2008, 141-147.)

4.4 Markerittomat optiset järjestelmät

Vaikka markerit ovat usein käytössä liikkeenkaappauksessa, on olemassa myös optisia järjestelmiä, jotka eivät vaadi markereita tai muuta erityisvälineitä kaapa-

takseen liikettä. Markereita käytettäessä ei saada täydellisesti luiden sijainteja, sillä luiden ja markereiden välillä on lihaksistoa, mikä saattaa vääristää dataa. Markerit saattavat myös vaikuttaa näyttelijän liikkeisiin, ja kaappaustilanne vaatii kontrolloidun ympäristön, jotta saatu tulos olisi laadukasta. Lisäksi markereiden sijoittaminen on aikaavievää. Nämä epäkohdat markereita käyttävissä järjestelmissä ovat edistäneet markerittomien tekniikoiden kehitystä. (Corazza et al. 2006.)

Markerittomat järjestelmät eivät hyödynnä minkäänlaisia markereita tai muita vartalossa kiinni olevia laitteita, vaan ne käyttävät useasta kamerasta saamiaan kuvia arvioidakseen näyttelijän asennon. On olemassa algoritmeja, jotka arvioivat asennon yhden kameran tallentamista kuvista, mutta tämä on hyvin vaikea toiminto. Siksi saadakseen hyvää kaappausdataa on käytettävä useampaa kameraa, jotka vähentävät ruumiinosien piiloutumisien toisten taakse ja erikoisuuksien aiheuttamia ongelmia. (Sundaresan & Chellappa 2005.) Markerittomissa järjestelmissä tietokoneen algoritmit on suunniteltu niin, että järjestelmä kykenee analysoimaan useampia optisia lähteitä ja tunnistamaan ihmisen hahmon. (Corazza et al. 2006.)



Kuva 19. MotionScan -tekniikassa kasvojen piirteet saadaan hyvin tarkasti tallennettua.

Ilmeiden kaappauksessa markerittomia järjestelmiä on käytetty esimerkiksi pelissä L.A. Noire, jossa hahmojen ilmeet ovat hyvin suuressa osassa. Pelissä on käytetty MotionScan-tekniikkaa, jossa 32 pareihin asetettua kameraa kohdistetaan näyttelijän päähän. Jokainen kamera kattaa 50% toisen kameran näkökentästä, jolloin yhden kameran virhe ei vaikuta tulokseen. (3DWorld 2011.) Tällä tekniikalla näyttelijät antoivat kasvonpiirteensä hahmoille, kuten kuvasta 19 voidaan havaita. Movan Contour Reality Capture on järjestelmä, joka kaappaa jatkuvan ihon pinnan muutaman pisteen sijaan. Näyttelijän iholle levitetään fosforiloisteen naamio ja kaksi kamerasarjaa kaappaa kohteen tekstuurin ja geometrian liikkeessä (Kitagawa & Windsor 2008, 9.) On myös mahdollista käyttää kasvojen kiintopisteitä apuna ilmeiden kaappaamisessa, jolloin markereita tai erityisiä maskeerauksia ei tarvita.

5 LIIKKEENKAAPPAUSTILANNE

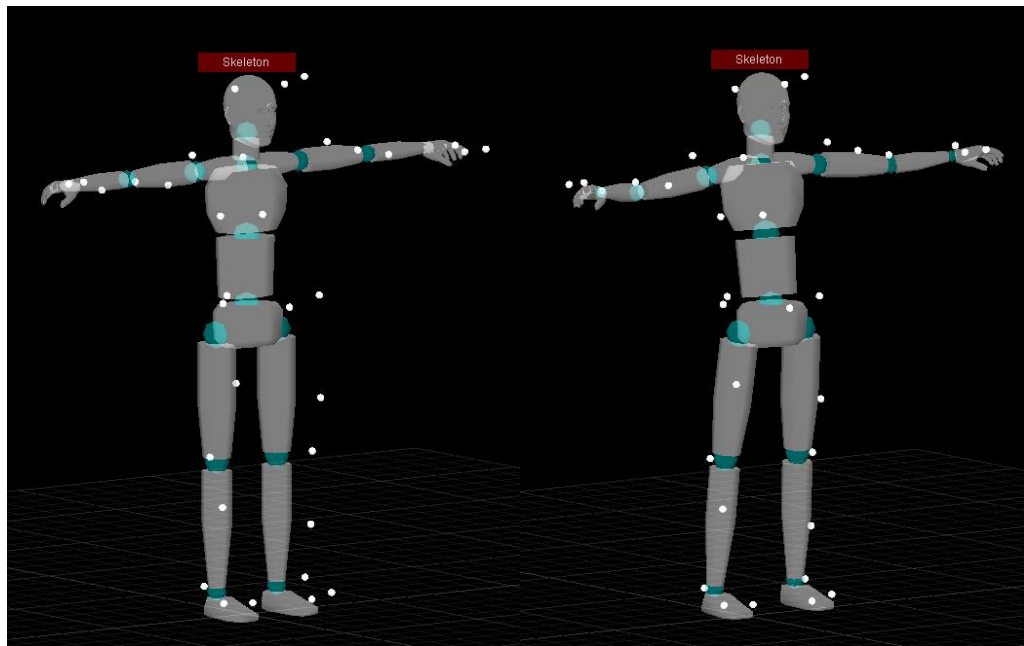
5.1 Skeleton

Yleensä kaappaustilanteessa reaaliaikainen feedback on rajoittunut yksinkertaisiin malleihin. Kuitenkin esimerkiksi MotionBuilderin avulla voidaan tarkkailla myös lopullista tulosta reaaliajassa. Jotkut järjestelmät kykenevät renderöimään reaaliaikaisia, valmiita malleja. Skeleton on yksinkertainen hahmon luuranko, johon liikkeenkaappauksen data Arenassa yhdistetään. Skeletonin liike määrittelee hahmon liikkeen, joten skeletonin työstäminen on tärkeä osuus liikkeenkaappauksessa.

5.1.1 Skeletonin kalibrointi

Ennen itse kaappausta on määriteltävä skeleton, johon markereiden liike yhdistetään. Tiedetyt markerit määrittelevät tiettyjen skeletonin osien liikettä. Skeleton saadaan asetettua tallentamalla ensin näyttelijän T-pose, eli T-asento, jota käytetään yleisesti hahmojen perusasentona. T-posessa näyttelijä seisoo kädet ojennettuina sivuille kämmenten osoittaessa maata kohti, pää suorana eteenpäin ja jalat lantion leveyden verran haarallaan (Kitagawa & Windsor 2008, 35).

Näyttelijän T-pose tallennetaan, kuten myös yksinkertainen liike, joka suoritetaan T-poseden jälkeen. Tämän tarkoituksena on testata skeletonin nivelten liikettä. Yhdessä näistä saatu informaatio käytetään oikeaan markereiden tunnistamiseen. Tallennetusta datasta valitaan markerit ja määritetään niiden sijainti ohjelmalle, joka sen jälkeen yhdistää markerit skeletoniin. Kuvassa 20 on T-posessa oleva skeleton ja kameroiden tallentamat näyttelijän vartalolla olevat markerit. Tästä voi huomata, kuinka skeletonin asennosta tulee välittömästi luonnollisempi. Vasemmanpuoleinen skeleton on irrallaan markereista, kun oikeanpuoleisissa markerit on yhdistetty skeletoniin. Skeletonille määritellään myös mittasuhteet. Erityisesti pituus ja hartioden leveys ovat tärkeitä.



Kuva 20. Markereiden yhdistäminen skeletoniin.

Kaappaustilanteessa tallennetut liikkeet näkyvät ohjelmassa skeletonin liikkeinä, mistä voi nähdä mahdolliset ongelmalliset kohdat markereissa. Jos skeleton näyttää toimivan hyvin liikkeessä, voi sen tallentaa tulevaa käyttöä varten. Kun skeleton on määritelty ja markerit yhdistetty skeletonin eri kohtiin, ei puvun markereita saa enää liikuttaa. Järjestelmä olettaa markereiden olevan tietyissä paikoissa, jolloin se voi tulkita liikkeet väärällä tavalla, mikä aiheuttaa ongelmia.

5.1.2 Ylimääräiset esineet

Jos liikkeenkaappauksessa on tarkoituksena olla mukana jokin ylimääräinen esine, kuten esimerkiksi golf-maila, täytyy sille tehdä omat järjestelynsä. Esineeseen kiinnitetään myös markereita. Näiden sijainti täytyy asettaa niin, etteivät esimerkiksi kädet peitä niitä. Kun kaappaukseen tarvitaan kiinteitä esineitä, kuten pöytä, täytyy huomioida se, että pöytä todennäköisesti peittää näkyvyyden näyttelijän jalkoihin niin, etteivät jotkut kamerat näe niitä. Tilanteen niin salliessa voi olla hyvä käyttää hyväksi runkoja kiinteiden pintojen sijasta. Jos näyttelijän on tarkoitus nojata pöytään, ei pöydän kantta tarvita. Vain pöydän ulkoreunat ovat merkitseviä. (Kitagawa & Windsor 2008, 38.)

Kädessä olevan esineen ollessa sauvamainen, on siinä oltava vähintään kaksi markeria, joiden välille voi määrittää janan. Jos toinen markereista on piilossa, on jäljellä vain yksi marker, josta esineen liikettä voi seurata. Siksi kolme markeria toimii paremmin, jolloin myös mahdollinen esineen taipuminen pystytään tallentamaan. (Kitagawa & Windsor 2008, 104-105.)

Yleensä markerit kannattaisi sijoittaa niin, etteivät ne muodosta suoraa linjaa keskenään. Jos esineessä on useampia ulottuvuuksia, kannattaa se sisällyttää myös markereihin. Kolme epälineaarista markeria muodostavat keskenään kaksi janaa ja tason, kun taas lineaariset markerit muodostavat vain janan. Lisäksi niiden välimatkojen täytyisi olla eri mittaiset, jotta saataisiin toimivin ratkaisu. Esineelle määritellään base marker, joka asetetaan yleensä olemaan esineen siihen päähän, mistä kädet pitelevät sitä. (Kitagawa & Windsor 2008, 110.)



Kuva 21. Ylimääräiseen esineeseen kiinnitetyt markerit

Erityisen paljon taipuvat esineet vaativat luonnollisesti enemmän markereita, jotta sen taipuminen saataisiin tallennettua oikealla tavalla, kuten kuvasta 21 voidaan havaita. Tällaiselle taipuisalle esineelle täytyy luoda myös oma skeleton, jossa on yhtä monta osiota, kuin markereiden väleissä olevia osia on.

5.2 Kaappaustilanne

Liikkeenkaappaustilannetta suunnitellessa on otettava huomioon liikkeeseen vaadittavan alueen koko. Näyttelijän on mahduttava suorittamaan liike luonnollisesti, ja siksi hänen olisi hyvä harjoitella liikkeensä etukäteen, jotta mahdollisilta ongelmilta vältyttäisiin. Jos haettu liike sen sallii, on kaappauksen sujuvuuden vuoksi hyvä aloittaa kaappaus T-posesta, jotta ohjelman on helpompi löytää markerit ja yhdistää ne skeletonin ruumiinosiin.

Jos kaapattavia liikkeitä on useampia, jotka vaativat useamman kaappauspäivän, voi olla järkevää suorittaa joitakin yksinkertaisia liikkeitä, kuten kävely ja juoksu, ensimmäisenä päivänä. Myös siirtymäliikkeet voi olla hyvä tallentaa ensimmäisten joukossa. Tällä tavalla näyttelijä ja muut työntekijät saadaan totutettua tilanteeseen. Usein yksinkertaisten liikkeiden kaappaaminen on myös nopeampaa, jolloin kaapattuja kohtauksia voidaan saada enemmän, kuin on aikataulutettu. Näin saadaan vaativimmille liikkeille enemmän aikaa seuraaville päiville. (Liverman 2004, 211.)

Ensimmäisenä päivänä on myös mahdollista miettiä näyttelijän ruumiinrakenteen muuttamista lähemmäs hahmon ulkomuotoa, jos sille on tarvetta. Jos kyseessä on hyvin isokokoinen ja lihaksikas hahmo, näyttelijälle voidaan asettaa esimerkiksi vaahtomuovia käsivarsien alle, jolloin hän ei kykene lepuuttamaan käsiään aivan vartaloon vasten. Tällaisen muokkauksen poisjättäminen saattaa aiheuttaa sen, että jälkityöskentelijät joutuvat siirtämään kätet pois hahmon torson sisältä, mihin luonnollisesti kuluu aikaa. Ruumiinrakenteen muuntaminen saattaa myös vaikuttaa näyttelijään positiivisesti, ja hän kykenee sisäistämään hahmonsensa paremmin. (Liverman 2004, 211.)

5.2.1 Työnjako

Kaappaustilanteessa usean henkilön työpanos voi helpottaa työkulkua, jos projektin laajuus sen sallii. Tällöin, kuten elokuvaa kuvatessa, on tilanteessa mukana ohjaaja, jonka tehtävänä on ohjata näyttelijää, haluttujen efektien saavuttaminen ja lopullisen, käytettävän kaappauksen valinta. Ohjaajalla voi olla assistentti, joka

auttaa ohjaajaa näyttelijän kanssa kommunikoimisessa. Lisäksi hän huolehtii siitä, että kaapatut liikkeet ovat sellaisia, joita projektissa tavoitellaan. On myös mahdollista käyttää toistakin assistenttia, sekä auttavia ohjaajia, joiden merkitys on suurempi, jos kyseessä on vaikea tai useamman päivän kestävä kaappaustilanne. (Liverman 2004, 215.)

Kun mukana työskentelemässä on useampi henkilö, on myös mahdollista tarkkailla kaappausta useammilla silmillä. Suoritettut liikkeet ovat usein nopeita, eikä varatalon jokaista osaa pysty aina tarkkailemaan tarpeeksi tehokkaasti yksin. Useamman silmäparin avulla joku voi tarkkailla esimerkiksi näyttelijän lantiota, toinen jalkojen sijaintia ja kolmas kokonaisuutta. Jalkojen ja lantion suunnan tarkkailun tärkeys tulee esille silloin, kun kaapataan useita eri liikkeitä, jotka yhdistetään keskenään. Tällöin on jälkikäsitteilyn minimoimisen kannalta tärkeää, että ruumiinosat ovat mahdollisimman samansuuntaiset keskenään. (Liverman 2004, 215-216.)

5.2.2 Työskentelyn helpottaminen

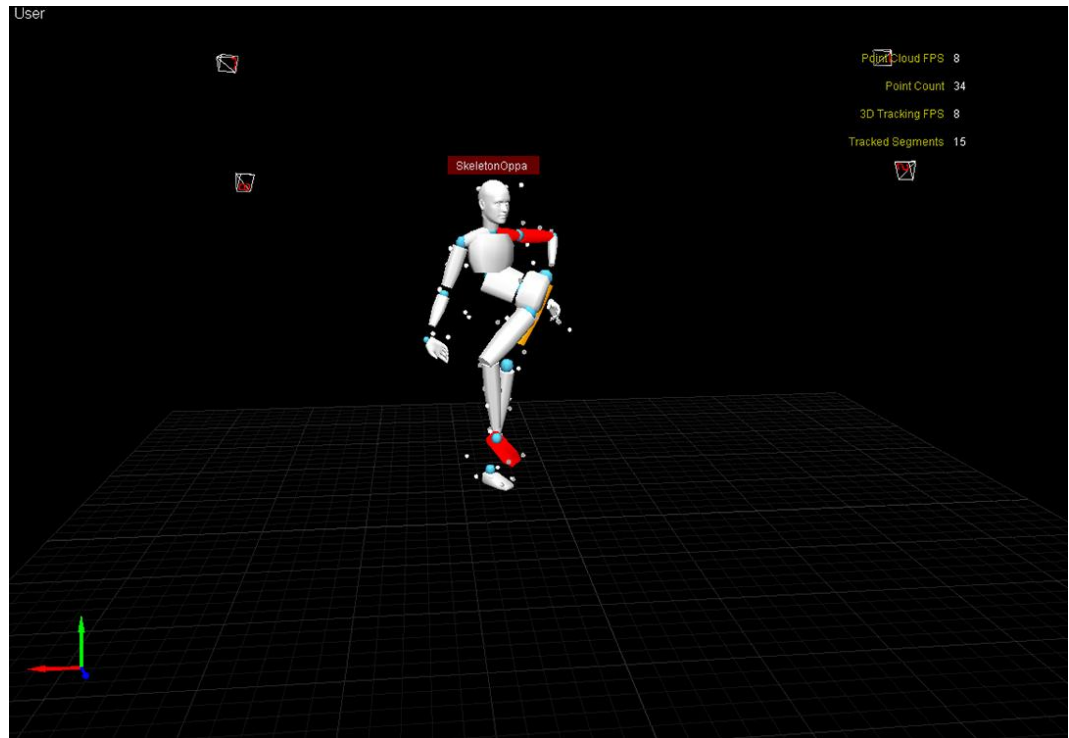
Jokaista liikettä ja kaappauksen tulosta täytyy tarkkailla. Kaapatessa muistiinpanojen otto on tärkeää. Näin pysytään selvillä, mitä kaappauksia on suoritettu useampaan kertaan, ja mikä niistä on käyttökelpoisin. Vaikka kaapattu liike olisi onnistunut, on suositeltavaa, että jokaiselle liikkeelle löytyy kaksi onnistunutta kaappausta. Tämä hidastaa työskentelyä ja vaikuttaa näyttelijän jaksamiseen, mutta se saattaa pelastaa projektin, jos kaapatusta datasta tulee vioittunutta tai jollain tavalla käyttökeltotonta. (Liverman 2004, 220.)

Kaiken teknisen välineistön lisäksi voi apuna käyttää myös perinteisempiäkin apuvälineitä, kuten teippiä, liitua ja kartonkia. Kaappauksessa on vaarana syntyä ns. luistelevat jalat, jotka liukuvat epäluonnollisella tavalla maassa huolimatta siitä, liikkuuko näyttelijä vai ei. Tämän takia jalkojen sijainti on tärkeää liikkeen jatkuvuuden kannalta. Apuvälineiden avulla voi jatkuvuutta parantaa asettamalla merkkejä maahan, jotka auttavat näyttelijää huomaamaan paikat, joihin hänen jalkojensa kuuluisi sijoittua liikkeen alussa ja lopussa. (Liverman 2004, 212.) Jos

tarkoituksena on kaapata siirtymäliikkeitä, on varmistettava, että kaikki liikkeet sopivat toisiinsa. Näyttelijän kuuluisi käyttää samaa jalkaa aloittaessaan ja lopettaessaan eri liikkeet. (Liverman 2004, 221.) Myös “häätätilanteita” varten on hyvä olla valmiina välineitä markereiden korjaamiseen tai vaihtamiseen, erilaisia teippejä, kuten esimerkiksi heijastavia ja kaksipuoleisia teippejä (Kitagawa & Windsor 2008, 38).

Nykyään teknologia on kehittynyt siihen, että on mahdollista käyttää lähes reaaliaikaista toistoa, jossa voidaan tarkkailla liikettä projektissa käytettävässä hahmossa ja ympäristössä. Tämä voi auttaa näyttelijää sisäistämään hahmonsä, kun hän voi heti nähdä hahmon liikkeessä. Lisäksi tällä keinolla kyetään näkemään, kuinka paljon esimerkiksi raajat ovat menneet toistensa läpi, tai jos hahmo kävelee seinien läpi. (Liverman 2004, 217.)

Kaapatessa toistuvaa liikettä, esimerkiksi kävelyä, täytyy huomioida se, että liikkeen täytyy alkaa hyvän etäisyyden päästä kaappausalueen ulkopuolella. Tällä keinolla kävelystä saadaan luonnollista ja tasaisen nopeaa. Liikkeen lopetus on myös alueen ulkopuolella, eikä näyttelijä saa hidastaa kävelyään ennen kuin hän on poistunut kaappausalueelta. Erityisesti juoksua kaapatessa tämä on tärkeää. Aina, kun liike lähtee kaappausalueen ulkopuolelta, voi ohjelmalle tulla vaikeuksia ymmärtää markereiden sijainteja, kun kaappausta ei aloiteta T-Posesta. Kuten kuvasta 22 voidaan havaita, ohjelma ei välttämättä onnistu päättelemään markereiden suhteita skeletoniin halutulla tavalla tarpeeksi nopeasti, jos liike alkaa kaappausalueen ulkopuolelta.



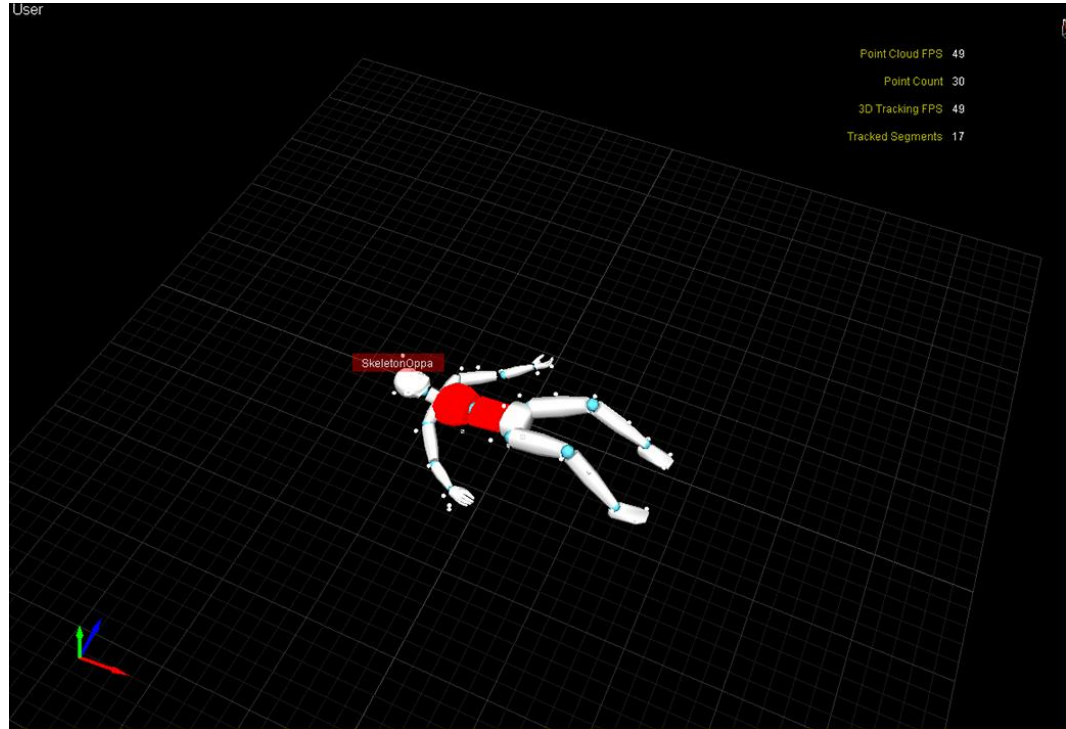
Kuva 22. Kaappausalueen ulkopuolelta alkava liike saattaa aiheuttaa ongelmia

Jos tila, jossa kaappaus tapahtuu, on liian ahdas juoksemiseen, voidaan yrittää käyttää juoksumattoa. Tällaisessa tilanteessa manuaalinen juoksumatto on parempi vaihtoehto, sillä elektronisilla juoksumatoilla juostessa täytyy vain pysyä maton tahdissa, kun manuaalisesta käytettäessä näyttelijän täytyy itse työskennellä saadaksen maton liikkumaan. Tällä saadaan aikaan realistisempi juoksuliike. Juoksumatolla ei saada aikaan aivan yhtä luonnollista liikettä kuin onnistuneella alueen läpi juoksemisella saataisiin, mutta toisinaan on tehtävä kompromisseja. (Liverman 2004, 221.)

5.2.3 Ongelmien käsittely

Arenassa skeleton näkyy käyttäjälle reaaliaikaisena, kun liikkeenkaappausta suoritetaan. Skeletonia tarkkaillessa voi havaita mahdolliset ongelmat markkereissa tai liikkeissä. Tallennetun liikkeen kuuluisi olla mahdollisimman virheetöntä, ennen kuin sitä kannattaisi lähteä käsittelemään eteenpäin. Liikkeen kaappaaminen voi olla hankalaa, jos liikkeessä on kohtia, jotka piilottavat osan markkereista täysin. Esimerkiksi maassa makaaminen piilottaa selän markerit, eikä ohjelma ymmärrä, mitä skeletonin kuuluisi tässä tilanteessa tehdä, kuten kuvassa 23 on tapahtunut.

Jos käytössä on enemmän markkereita, myös rintakehän puolella, ei selän markereiden piiloutumisella ole niin suurta merkitystä, sillä rinnan markkereita voi käyttää päättämään muiden markkereiden sijainnit.



Kuva 23. Markkereiden piiloutuminen kameroilta aiheuttaa virheitä

Markkereiden piiloutumista voi yrittää ehkäistä. Yleinen ongelma on liian monen kaapattavan näyttelijän sijoittaminen samaan ottoon. Jos näyttelijät eivät ole vuorovaikutuksessa keskenään, on heidän liikkeensä parempi kaapata erikseen. Näyttelijä voi myös omilla toiminnoillaan vaikuttaa markkereiden piiloutumiseen yrittämällä olla peittämättä markkereita käsillään. Aina se ei ole mahdollista, mutta tämä voi auttaa lopputuloksessa. Kaappauksen käyttötarkoituksen ollessa taustalla olevalle hahmolle tai jos kyseessä on hyvin nopea ja paljon toimintaa sisältävä liike, ei markkereiden peittymisellä ole välttämättä niin suurta merkitystä. Näissä tilanteissa nämä liikkeet eivät ole keskipisteessä, jolloin pienet epäkohdat jäävät taka-alalle. (Kitagawa & Windsor 2008, 37.)

Arena käsittelee virheellisiä kohtia eri väreillä. Virheinä se tulkitsee hetket, jolloin joku marker katoaa näkyvistä, tai kaksi markeria sulautuvat keskenään toisiinsa, jolloin toinen katoaa. Skeleton on perusväriltään vaalea. Jos jostain katoaa

marker pieneksi hetkeksi, muuttuu siihen liittyvä skeletonin ruumiiseen kuuluva osa skeletonista keltaiseksi. Yleensä Arena kykenee päättelemään osan liikkeen, mutta jatkokäsittelyä varten nämä virhekohdat täytyy korjata. Jos marker katoaa pitkäksi ajaksi, tai jos ilmestyy muita ongelmia, on osa punainen, kuten kuvasta 23 voidaan havaita. Tällaisen virheen huomaa myös skeletonin liikkeessä, joka on yleensä jollain tavalla virheellistä. Näiden kaltaisia ongelmakohtia voi käsitellä jälkeinpäin, jos niitä ei ole liikaa.

6 EDITOINTI

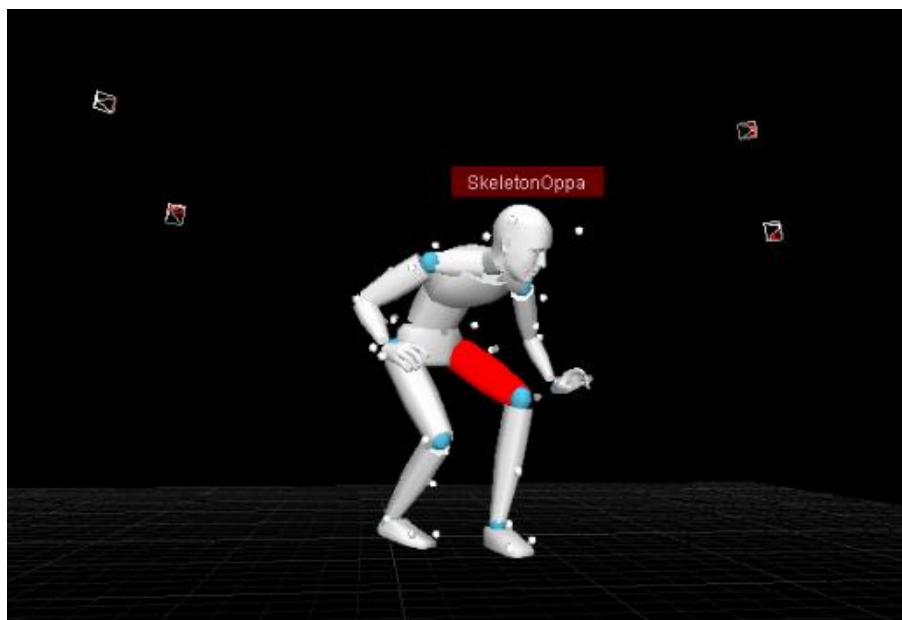
Editointi on hidasta, ja siksi onkin parempi suorittaa kaappaus kunnolla ennemmin kuin editoisi epäonnistunutta dataa. Jos kaappausdatasta ei tule halutun kaltaista, voi olla kannattavaa sijoitella markerit uudelleen ja kalibroida skeleton uusien sijaintien mukaiseksi. Myös kamerat voi kalibroida tai suunnata uudelleen mahdollisten kameroiden liikkumisten varalta.

Ennen editoinnin aloittamista täytyy päättää, mitä dataa aikoo editoida ja mitä ei. Päätös syntyy käyttötarkoituksen mukaan. Jos esimerkiksi lopputulos on staattinen, ja liikettä tarkastellaan vain tietyistä suunnasta, voidaan piiloon jäävät kohdat jättää korjaamatta. Tästä voidaan käyttää esimerkkinä tilannetta, jossa kamera keskittyy hahmon kasvoihin ja ylävartaloon. Tällaisessa tapauksessa jalkoja ei luonnollisesti tarvitse korjata. (Kitagawa & Windsor 2008, 48.)

Arenassa datan editoiminen tapahtuu tutkimalla ja korjaamalla markereiden käyriä. Käyriä voi muokata haluamallaan tavalla eri työkaluilla. Useimmiten virheelisissä kohdissa käyrä katkeaa, jolloin aukon päät täytyy yhdistää toisiinsa. Esimerkiksi kuvissa 24 ja 25 havainnollistetaan reiden markerin katoamista näkyvistä hetkellisesti, minkä takia sen käyrät katkeavat. Piilossa olevien markereiden sijainnit voidaan päätellä niiden viimeisen ja seuraavan näkymispaikan, sekä muiden markereiden sijaintien avulla. Yleensä ohjelma kykenee tekemään tämän melko hyvin, mutta joskus on käyrä korjattava itse.

Editoidessa käyriä itse, voi käyrän puuttuvan osan piirtää käsin, tai käyttää ohjelman tekemää täyttökäyrää apuna ja siirtää sen pisteitä oikeille paikoilleen. Muokatessa käyriä on huomioitava se, että jokainen niistä vastaa markerin liikettä joko x-, y- tai z-akselilla. Arena käsittelee automaattisesti kaikkia kolmea käyrää. Jos siis jostain käyrästä poistetaan pätkä ja täytetään jollain toiminnolla, tekee ohjelma saman toiminnon markerin jokaiselle käyrälle. Joskus tietty toiminto soveltuu jonkin käyrän editoimiseen, mutta ei toiseen. Siksi markerin kaikkia kolmea käy-

rää täytyy tarkkailla. Käyrät saattavat myös vaihtaa paikkaa keskenään, mitä tapahtuu usein ranteiden markereiden kohdalla, kun ohjelma on sekoittanut kahden lähekkäisen markerin paikan keskenään. Tämä on kuitenkin yleensä melko yksinkertaista korjata.



Kuvat 24 ja 25. Käyrät kuvaavat markereiden sijainteja jokaisena hetkenä.

Erityisesti näissä, ilman ammattitaitoa suoritetuissa olosuhteissa suoritettuna kaappausdatan käyrät voivat olla jokseenkin sahalaitaisia, mikä aiheuttaa tärisevää liikettä skeletonissa, vaikka hahmo pysyisikin paikallaan. Tärinän ollessa luonnottoman näköistä ja liiallista, on se korjattava. Arenassa on työkalu, jolla voi poistaa tällaisia jyrkkiä sahalaitoja, mutta joskus sekään ei kykene korjaamaan tilannetta. Tällöin voi olla järkevintä poistaa kyseinen kohta käyrästä ja täyttää se uudelleen käsin.

Osa virheistä ei näy Arenassa ja skeletonissa. Siksi on hyvä tutkia kaikki käyrät

mahdollisten huomaamattomien virhekohtien varalta. Siirtäessä kaapattua dataa 3D-animointiohjelma MotionBuilderiin, saattaa siellä huomata jotkin virheelliset kohdat. Toisaalta osa Arenassa näkyvistä virheistä, esimerkiksi pieni sahalaitaisuus käyrässä ja tärinä itse liikkeessä, eivät välttämättä yllä MotionBuilderiin asti. Siksi voi olla järkevää käyttää dataa välillä MotionBuilderissa ja palata sitten takaisin Arenaan.

7 DATAN SIIRTÄMINEN HAHMOON

7.1 Hahmon riggaaminen

Ennen kuin hahmoa voidaan animoida, täytyy se rigata. Riggaaminen tarkoittaa skeletonin nivelrakenteen asettamista 3D-hahmolle. Tätä tekniikkaa käytetään luomalla sarja ns. luita, jotka muodostavat luurankoja, joita käytetään kontrolloimaan ja animoimaan hahmoa. Hahmon riggaus on hyvin tärkeä osa hahmoanimaatiota, ja sen tarkoitus on matkia oikean elämän luurankoja mahdollisimman hyvin. (Ghani 2011.) Luurangon nivelet sijoitetaan täsmälleen niihin paikkoihin, joissa ne oikeassa elämässäkin olisivat. Kuvassa 26 on esimerkki hahmosta ja sen luurangosta. Luiden ja nivelten täytyy olla loogisessa hierarkiassa, jotta rig toimisi. Lisäksi niiden rajoitteet otetaan huomioon. Jotkut nivelet liikkuvat vain yhdellä akselilla, joten hahmon nivelien täytyy toimia vastaavalla tavalla. (Slick 2013.)



Kuva 26. Hahmo ja hahmon luuranko.

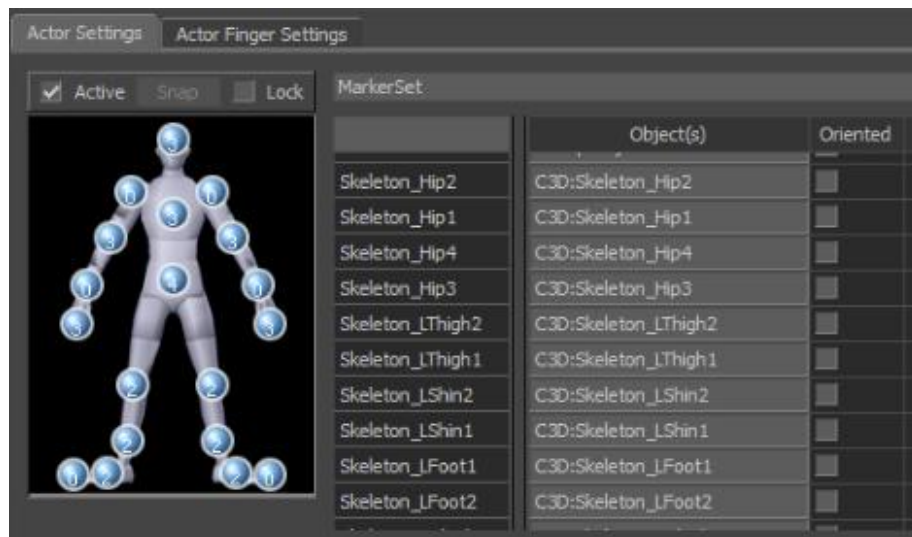
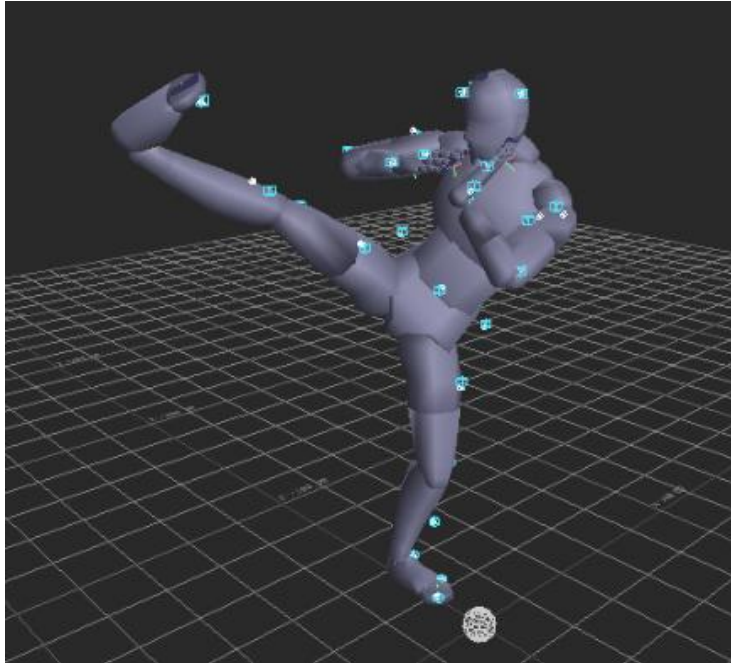
Täysin rigatun hahmon nivelten liikkeiden laskemiseen on kaksi perustapaa: forward kinematics (FK) ja inverse kinematics (IK). Käytettäessä FK-riggausta, jokainen nivel voi vaikuttaa luurangon osiin, jotka tulevat hierarkiassa sitä myöhemmin. Esimerkiksi olkapään pyörittäminen muuttaa kyynärpään, ranteen ja

käden asentoa. IK-riggaus on päinvastainen, ja sitä käytetään usein hahmon käsiin ja jalkoihin. (Slick 2013.)

7.2 MotionBuilder

Editoinnin ollessa valmis siirretään data 3D-hahmoon. Tämän voi suorittaa liittämällä joko skeletonin tai liikkeenkaappausdatan hahmoon. Kun markerien datan muokkaaminen on valmis Arenassa, voidaan se siirtää MotionBuilderiin, ellei editointia ole tehty jo sen avulla. MotionBuilder on reaaliaikainen 3D-hahmon animointiohjelma, jonka avulla voi luoda, editoida ja toistaa monimutkaisiakin hahmoanimaatioita (OptiTrack 2013). MotionBuilderia käyttämällä voi dataa muokata myös niin, että hahmo on liitetty liikedataan.

MotionBuilderissa markereihin liitetään Actor, eräänlainen näyttelijä, joka näyttää liikkeitä ennen hahmoon liittämistä. Actor on joukko rajoituksia, joita eri ruumiinosat kuvaavat. Näitä ruumiinosia voi liikuttaa ja kiertää. Actorin ruumiinosien liikuttelu mahdollistaa markereiden sijoittumisen haluttuihin paikkoihin. Actoria on manipuloitava sen verran, että se kohdistuu markereiden dataan mahdollisimman hyvin. (Kitagawa & Windsor 2008, 62.)



Kuvat 27 ja 28. Actor ottaa liikkeensä liikkeenkaappausdatasta

Arenasta saa siirrettyä skeletonin MotionBuilderiin, jolloin actor voi ottaa tiedot suoraan tästä kuvien 27 ja 28 lailla. Liikkeenkaappauksen markerdata yhdistyy tällöin automaattisesti actorin ruumiinosiin. Actorin ollessa valmis voidaan lisätä hahmo, joka on lista suhteita ja nivelten nimiä. Skeletonin ollessa liitettyä hahmoon, Actor syöttää liikkeen oikeisiin hahmon skeletonin niveliin. Hahmon ja Actorin yhteyksiä voi muokata, jotta skeleton saadaan liikkumaan halutulla tavalla jokaisessa ruumiinosassa. (Kitagawa & Windsor 2008, 63.)



Kuva 29. Actorin liikkeitä siirrettynä hahmolle.

Hahmosta saadaan animoitava suorittamalla `characterize`-toiminto. Jos hahmon ruumiinosat on nimetty eri tavalla, kuin mitä `MotionBuilder` odottaa, täytyy jokainen nivel määritellä kertomalla `MotionBuilder`ille, mikä mikäkin osa on. Kaapattu liike saadaan hahmolle, kun hahmon `input-lähteeksi` asetetaan `Actor`. Tällöin hahmo ottaa liikkeensä suoraan actorilta. Kuvassa 29 on esimerkki siitä, kuinka liike siirtyy hahmolle.



Kuva 30. Hahmon käsivarsi menee rintakehän läpi

Kun hahmo liikkuu liikkeenkaappausdatan mukaisesti, voi huomata korjaamista vaativia kohtia, sillä hahmo ei välttämättä ole täysin yhtenevä ruumiinosiltaan Actorin kanssa. Siksi animaatiota saattaa joutua editoimaan uudestaan. Kuvassa 30 hahmon käsivarsi näyttää menevän hahmon rintakehän läpi, mikä täytyisi korjata. Kun hahmon liikkeet ja virhekohdat on saatu korjattua ja hahmo näyttää niin hyvältä, kuin sen toivotaan näyttävän, voidaan se lopulta siirtää projektiin. Näin liikkeenkaappausprosessi saadaan päätökseen.

8 YHTEENVETO

Liikkeenkaappauksen merkitys on kasvanut viime vuosien aikana huomattavasti. Yhä useammat pelit ja elokuvat ovat hyödyntäneet tätä tekniikkaa saavuttaakseen luonnollista liikettä hahmoilleen. Liikkeenkaappauksella saadaan tallennettua realistiset liikkeet sekä vartalosta että kasvoista. Elokuviin tuotannossa ei tarvita enää kömpelöitä asuja tai nukkeja esittämään erikoisempia hahmoja, kun liikkeenkaappauksen avulla saadaan digitaalinen hahmo elämään.

Usein luullaan, että liikkeenkaappaus on nopeaa ja yksinkertaista. Siihen kuitenkin sisältyy paljon työtä, eikä se välttämättä ole nopeampaa kuin perinteinen käsin animoiminen. Suunnittelun merkitystä ei ymmärretä, mikä saattaa johtaa lisätöiden määrän kasvuun. Jos esimerkiksi kaikkia tarvittavia liikkeitä ei listata, saattaa osa jäädä kaappaamatta. Ennen itse kaappaustilannetta täytyy tehdä paljon järjestelyitä ja suunnittelutyötä, jotta liikkeenkaappaus onnistuisi sujuvasti. Jotkin liikkeet saattavat vaatia myös erityisjärjestelyitä. Tällainen voi olla esimerkiksi syvässä lumihangessa eteneminen. Lumea voidaan havainnollistaa järjestämällä kaappausalueelle esimerkiksi vettä tai herneitä, jolloin kävelystä saadaan oikeanlaista.

Jotkut erehtyvät uskomaan, että epäonnistunutta kaappausdataa voidaan korjata jälkeinpäin. Vaikka se on mahdollista, kuluu siihen kuitenkin paljon aikaa. Tällöin liikkeenkaappauksen käyttämisen kannattavuus heikkenee, sillä datan korjaamiseen saattaa kulua yhtä paljon aikaa kuin käsin animoituun liikkeeseen. Tämän takia kaappausdatan tulisi olla mahdollisimman hyvää ennen kuin sitä aletaan työstää.

Liikkeenkaappaustilanteessa täytyy huolehtia välineistön toiminnasta. Kameran täytyy kalibroida jokaisen kaappauspäivän aluksi, sillä pienetkin asiat, kuten esimerkiksi ilman lämpötila ja pienet tärähdykset, saattavat vaikuttaa niiden toimintaan. Kaappauspäivinä täytyy huolehtia välineistöstä, mutta myös näyttelijän hy-

vinvoinnista. Vaikeimmat liikkeet saattavat väsyttää näyttelijää, varsinkin jos ottoja täytyy tehdä useampi.

Kun liikkeenkaappausprojektissa käytetään kokeneita ammattilaisia, voi lopputuloksesta tulla hyvinkin luonnollista. Hahmoista voidaan saada aivan kuin eläviä. Erityisesti elokuvissa on nykytekniikalla saatu aikaan huomattavan realistisen näköisiä hahmoja, jotka sekä näyttävät hyvältä, että niiden liikkeet ovat luonnollisia. Esimerkiksi elokuvassa Hobitti: Odottamaton matka animoitu hahmo Klonku näyttää liikkeenkaappauksen potentiaalin. Klonkun vartalon liikkeet ovat hyvin luonnolliset, ja sen ilmeet ovat hyvin eläväiset ja yksityiskohtaiset.

PAINETUT LÄHTEET

Corazza, S., Mündermann, L., Chaudhari, A. M., Demattio, T., Cobelli, C. & Andriacchi, T. P. 2006. A Markerless Motion Capture System to Study Musculoskeletal Biomechanics: Visual Hull and Simulated Annealing Approach. *Annals of Biomedical Engineering*, Vol. 34, No. 6. 1019-1029.

Ghani, D. A. 2011. *Wayang Kulit: Digital Puppetry Character Rigging Using Maya MEL Language*. IEEE.

Kitagawa, M. & Windsor, B. 2008. *MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture*. Burlington: Elsevier.

Liverman, M. 2004. *The Animator's Motion Capture Guide: Organizing, Managing and Editing*. Massachusetts: Charles River Media.

Menache, A. 2000. *Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games*. San Diego: Academic Press.

Sundaresan, A. & Chellappa, R. 2005. Markerless Motion Capture using Multiple Cameras. *Proceedings of the Computer Vision for Interactive and Intelligent Environment (CVIIE'05)*

SÄHKÖISET LÄHTEET

3DWorld. 2011. LA Noire: The future of facial capture? [viitattu: 7.2.2013]. Saatavissa: <http://www.3dworldmag.com/2011/05/20/la-noire-the-future-of-facial-capture/>

Autodesk MotionBuilder. 2013. 3D character animation software [viitattu: 7.2.2013]. Saatavissa:

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=13581855&siteID=123112>

Free Motion Capture Data. 2009. Motion Capture Technology [viitattu 8.1.2013]. Saatavissa:

<http://www.motioncapturedata.com/2009/05/motion-capture-technology.html>

Kotilainen, S. 2010. Microsoftin vallankumous: Kinect-3d-liikeohjaus ilman ohjainta [viitattu 6.2.2013]. Saatavissa:

http://www.tietokone.fi/uutiset/microsoftin_vallankumous_kinect_3d_liikeohjaus_ilman_ohjainta

MetaMotion. 2013. Motion Capture Hardware Software and Services [viitattu 6.2.2013]. Saatavissa: <http://www.metamotion.com/>

OptiTrack. 2013. Arena. Tutorials [viitattu 7.1.2013]. Saatavissa:

<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/arena/tutorials.html>

Slick, J. 2013. What is Rigging? Preparing a 3D Model For Animation [viitattu 26.3.2013]. Saatavissa:

<http://3d.about.com/od/Creating-3D-The-CG-Pipeline/a/What-Is-Rigging.htm>

Sturman, D. J. 1999. A Brief History of Motion Capture for Computer Character Animation [viitattu 7.1.2013]. Saatavissa:

http://cose.math.bas.bg/Sci_Visualization/compAnim/animation/character_animation/motion_capture/history1.htm

KUALÄHTEET

Kuva 1. BeyondMotion. 2009. Optical motion capture system. Saatavissa:
http://www.beyondmotion.com.au/capture_system.html

Kuva 2. Bodenheimer, B. 2000, Typical Motion Capture Setup. Saatavissa:
<http://www.vuse.vanderbilt.edu/~bobbyb/images/Linda.html>

Kuva 3. MetaMotion. Gypsy Motion Capture System Workflow. Saatavissa:
<http://www.metamotion.com/gypsy/gypsy-motion-capture-system-workflow.htm>

Kuva 4. Kinect. Leap Into A Healthier Life. Saatavissa:
<http://bpa.atech.edu/team3/Xbox%20Kinect.html>

Kuva 5. Braende, S. 12.1.2013. Hook, Line and Stinker. Saatavissa: <http://seblb.blogspot.fi/2013/01/hook-line-and-stinker-motion-capture.html>

Kuva 6. Kines, M. 2012. Planning and Directing Motion Capture for Games. Saatavissa:
http://www.gamasutra.com/view/feature/131827/planning_and_directing_motion_php?print=1

Kuva 7. NHL Snipers. 9.3.2010. 2k11 cover athlete: Ryan Kesler. Saatavissa:
<http://www.nhlsnipers.com/2k11-cover-athlete-ryan-kesler/>

Kuva 8. Dyce, J. & Caprette, H. Process documentation for TELR Courseware Development Grant project. Saatavissa:
http://www.heathercaprette.info/telr_courseware_grant.htm

Kuva 9. OptiTrack. Saatavissa:
<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/v100-r2/indepth.html>

Kuva 14. Gragg, J. & Yang, J. 2013. Effect of human link length determination on posture reconstruction. Saatavissa:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000368701200066X>

Kuva 16. Captivemotion. Products. Saatavissa:

<http://www.captivemotion.com/products/>

Kuva 17. Mocaplab. Facial Motion Capture. Saatavissa:

<http://www.mocaplab.com/services/facial-motion-capture/>

Kuva 18. Baker, N., Cham, R., Cidboy, E. H., Cook, J. & Redfern, M. S. 2007, Kinematics of the fingers and hands during computer keyboard use. Clinical Biomechanics 2006, Saatavissa:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003306001665>

Kuva 19. The Shogun. 25.1.2011. Will LA Noire Bring Video Games Up A Realism Notch? Saatavissa: <http://www.theurbanshogun.com/2011/01/will-la-noire-bring-video-games-up-a-realism-notch.html>

Kuva 21. Academy of Fantasy - Motion Capture Studio. Saatavissa:

http://www.mocaprus.ru/studio_en.htm

Kuva 26. UDN. FBX Skeletal Mesh Pipeline. Saatavissa:

<http://udn.epicgames.com/Three/FBXSkeletalMeshPipeline.html>