

LIIKKEENKAAPPAUS ANIMOINNIN PERUSTANA

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Mediatekniikka
Tekninen visualisointi
Opinnäytetyö AMK
Kevät 2015
Elina Ylkänen

Lahden ammattikorkeakoulu
Mediatekniikan koulutusohjelma

YLKÄNEN, ELINA: Liikkeenkaappaus animoinnin perustana

Tekninen visualisointi, 46 sivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, mitä liikkeenkaappaus on, miten sitä tehdään sekä miten sitä voidaan käyttää animaattoreiden työn helpottamiseksi. Liikkeenkaappausdatan päälle animointia verrattaisiin käsin animoimiseen. Työn taustalla oli mielenkiinto animaatioon, ja liikkeenkaappauksen yhdistäminen tähän aiheeseen tuo lisää tietoa animaation kehityksen suunnasta. Työ alkaa animaation historiasta sekä siitä, miten animaatioelokuvia tehdään ilman liikkeenkaappauksen käyttöä.

Työn lähtökohtana on antaa lukijalle tietoa yleisesti liikkeenkaappauksesta ja animoimisesta, mitä ne ovat ja miten ne tapahtuvat. Kun animaation yleiskäsityset on selitetty, työ etenee liikkeenkaappauksen tutkimiseen ja siihen, miten sitä voidaan käyttää animoinnin perustana. Lopuksi esitetään harjoitus valmiin liikkeenkaappausdatan siirtämisestä valmiiseen 3D-hahmoon MotionBuilder-ohjelmalla.

Asiasanat: liikkeenkaappaus, animointi

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Media Technology

YLKÄNEN, ELINA:
motion

Motion capture as the basis for ani-

Bachelor's Thesis in Visualization Engineering, 46 pages

Spring 2015

ABSTRACT

This thesis is intended to describe the work of animators, as well as how motion capture can be used as the basis for animation. The thesis deals with the history of animation and what it takes to make a full computer animated movie. The thesis presents what kind of steps are required to make an animation and how the basis of an animated character is made.

After the review of 3D animation there is a history of motion capture as well as what different types of motion capture techniques there are. In the end of the thesis there is a study about transferring existing motion capture data to an existing 3D character with the MotionBuilder software.

Key words: motion capture, animation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	3D-ANIMAATIO	2
2.1	Historia	4
2.2	Työvaiheet	5
3	LIIKKEENKAAPPAUS	13
3.1	Historia	14
3.2	Liikkeenkaappauksen tyypit	16
3.2.1	Optinen liikkeenkaappaus	17
3.2.2	Magneettinen liikkeenkaappaus	18
3.2.3	Mekaaninen liikkeenkaappaus	20
4	ANIMOINTI ILMAN LIIKKEENKAAPPAUSTA	22
4.1	Key Frame -animointitapa	23
4.2	Bones – Luut	23
4.3	Inverse Kinematics sekä Forward Kinematics	24
4.4	IK Constraints	26
5	ANIMOINNIN LÄHESTYMISTAVAT LIIKKEENKAAPPAUKSESSA	29
6	LIIKKEENKAAPPAUSDATAN SIIRTO 3D-HAHMOON	31
7	LIIKKEEN RENDERÖINTI	33
8	CASE: LIIKKEENKAAPPAUSANIMOINTIA MOTIONBUILDERILLA	35
8.1	Testaus käytännössä	35
8.2	Työn analysointi	39
9	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	42

1 JOHDANTO

Tietokoneella tehtyjen animaatioelokuvien tekemiseen sisältyy monia eri työvaiheita, joista jokainen vaatii paljon tarkkuutta ja taitoa. Animaation suosio on suuressa nousussa, ja sitä käytetään nykyään paljon elokuvien, mainoksien sekä TV-sarjojen tekemiseen. Vaikka animaatioelokuvien historia ei vie kovin kauas, on niiden teossa tultu isoin harppauksin eteenpäin.

Käsintehtyyn animaation suuren työmäärän, tarkkuuden sekä ajan viemisen takia liikkeenkaappauksen suosio on suuressa nousussa animoinnin yhteydessä. Nykyään yhä enemmän hyödynnetään liikkeenkaappauksen tuomia etuja sekä viihde- että hyötykäytössä. Liikkeenkaappaus on hyvin paljon esillä varsinkin elokuva- ja peliteollisuudessa, sillä sen avulla saadaan hahmojen liikeradat realistisemmaksi käyttäen vähemmän aikaa ja vaivaa. Liikkeenkaappaus on saanut alkunsa ihmisen mielenkiinnosta liikeradan tutkimiseen, ja sitä on alun perin käytetty esimerkiksi lääketieteellisissä tutkimuksissa.

2 3D-ANIMAATIO

3D-animaatio, eli tietokoneanimaatio, on prosessi, jossa tietokoneella tehdään kolmiulotteiseen hahmoon pieniä muutoksia kuva kuvalta, jolloin normaalinopeudella katsottuna kuvat yhdistyvät ja luovat illuusion liikkeestä. Tietokoneanimaatiossa animoitava hahmo on yleensä tietokoneella mallinnusohjelmalla mallinnettu 3D-hahmo, jonka jäseniä liikutetaan joka kuvaan hyvin pienellä liikkeellä, joka nopeasti katsottuna luo liikkeen. 3D-animaatio on hyvin monimutkainen ja aikaavievä taiteen muoto, jonka kunnolliseen toteuttamiseen tarvitaan paljon taitoa ja harjoitusta. Ensimmäinen kokonaan animoitu elokuva on Pixarin vuonna 1995 animoitu Toy Story (kuva 1). Elokuvasa käytetyt mallit ja animaatiot käsitettiin tuona aikana hyvin monitahoisiksi valoituksen, erilaisten tekstuurien ja animoitujen ilmeiden laajan kirjon vuoksi. (Shaver 2011.)



KUVA 1. Toy Story vuodelta 1995 (Jagernauth 2015)

Nopeudesta, jolla animaatioita katsotaan, käytetään yleisesti lyhennettä fps, joka tulee englannin sanoista frames per second, eli kehysnopeus. Yleisin käytettävä kehysnopeus yhdysvaltalaisissa animaatioelokuvasa on 24 kuvaa sekunnissa, Euroopassa käytetään 25:tä kuvaa. Nykyaikana elokuvissa on käytettävissä myös uusi tekniikka HFR (High Frame Rate),

jossa esitetään 48 kuvaa sekunnissa. Suurempi kehysnopeus luo saumattomamman illuusion liikkeestä, joten ihmissilmä kokee näytöllä olevan liikkeen realistisemmaksi. Tutkijoiden mukaan kuitenkin ihmissilmä ei pysty erottamaan yli 55 kehysnopeuden seasta yksittäisiä kuvia, joten HFR-tekniikka on hyvin lähellä rajaa, jonka ihmissilmä pystyy aistimaan. (FS film 2012.)

Nykyisin 3D-animaation suosio on suuressa nousussa, kymmeniä elokuvia luodaan vuosittain pelkästään tietokoneanimaatiota käyttäen. Mainonnassa, varsinkin TV mainoksissa, käytetään paljon tietokoneanimaatiota. Myös monet sarjakuviin tai elokuvaan pohjautuvat TV-sarjat on tehty animaationa, joskin viikottain ilmestyvissä ohjelmissa animaation laadussa joudutaan tinkimään säästämisen ja nopean työtahdin vuoksi. Esimerkiksi Madagascar-elokuvan pohjalta tehty Madagascarin pingviinit -sarjassa on jouduttu karsimaan apinoiden turkkien tekstuureissa. Alkuperäisessä elokuvassa on useita karvaisia hahmoja, kuten kuvassa 2 esiintyvät lemur-apatat, mutta TV-sarjassa esiintyessä näillä hahmoilla on joko todella yksinkertaistettu turkki tai ei turkkia ollenkaan. Sen sijaan niille tehdään siilempi ruuminmuoto, kuten kuvassa 3 käy ilmi, jotta kustannuksissa säästetään. (Shaver 2011.)



KUVA 2. Madagascar-elokuvan lemur-apinoita (Madagascar 2005)



KUVA 3. Madagascarin pingviinit -TV-sarja (Roye 2014)

2.1 Historia

Vaikka Pixar teki ensimmäisen kokonaan tietokoneanimoidun elokuvan, se ei kuitenkaan ollut ensimmäinen, joka käytti 3D-animaatiota. 3D-animaation ensimmäinen muoto on stop motion, erityisesti vaha-animaatio. Stop motion -elokuvissa on fyysinen hahmo, useimmiten vahasta muovattu, jota käsin liikutetaan kuvien ottojen välissä, eli jokaisen pienen liikkeenmuutoksen jälkeen otetaan uusi kuva, minkä jälkeen taas muutetaan liikettä. Tätä toistetaan niin kauan, kunnes on tarpeeksi kuvia, jotta voidaan muodostaa sulava kehysnopeus. Kaikista tunnetuin studio vaha-animaatioiden teossa on Aardman, joka loi Wallace ja Gromitin. Kuvassa 4 on Aardmanin pääanimaattori Loyd Price työskentelemässä Wallace ja Gromitin teon parissa. (Shaver 2011.)



KUVA 4. Wallace ja Gromitin tekoa (Abbott 2014)

Vaha-animaatio on erittäin hidas animaation muoto, ja vie monia tunteja saada parin sekunnin mittainen kohtaus aikaan. Esimerkiksi vuonna 1990 julkaistu Wallace ja Gromitin 24 minuutin kestoinen jakso nimeltä A Grand day out vei kuusi vuotta valmistua (Wallace & Gromit 2015). Vaha-animaation tekemiseen luo vaikeutta myös se, että jokaisissa sadoissa erikseen otetuissa kuvissa pitää olla yhteneväiset valaistukset, värit sekä kamera-kulmat tai animaatio näyttää epäjohtonmukaisuudelta ja kömpelöltä (Shaver 2011).

2.2 Työvaiheet

Tietokoneanimaatio on monimutkainen prosessi, joka vaatii useita työvaiheita yksinkertaisesta ideasta lopulliseen animaatioon asti. Jokainen vaihe vaatii huolellista suunnittelua ja paljon töitä, minkä takia eri vaiheiden parissa useimmiten työskenteleekin monta eri ihmistä. Vaiheet tulee tehdä huolellisesti, ja kokonaisen tietokoneanimaatioelokuvan tekemiseen meneekin useita vuosia. Tietokoneanimaatioon on viisi päävaihetta: käsikirjoitus, kuvakäsikirjoitus, sommittelu, animointi sekä lopullinen versiointi. (Shaver 2011.)

Ensimmäinen vaihe, joka tulee tehdä animaation kunnollisen lopputuloksen saamiseksi, on käsikirjoitus animoitavasta kohtauksesta. Käsikirjoitusvaihe on lähestulkoon sama, kuin mitä muussakin median muodoissa, kuten elokuvissa tai TV-ohjelmissa. Tämä on myöskin kaikkein tärkein työvaihe, sillä kunnan animaatiota ei saada aikaiseksi ilman kunnollista suunnitelmaa siitä, mitä pitää animoida ja mitä muita oleellisia asioita täytyy kohtauksen tekemisessä ottaa huomioon. Jos kunnollista käsikirjoitusta ei tehdä, animaattorit joutuvat itse päättelemään ja keksimään animaation tarinaa kesken animoinnin, mikä voi johtaa huonoon ja huolimattomaan lopputulokseen. Käsikirjoituksessa listataan kaikki mahdollinen kohtauksessa käytettävät ja näkyvät asiat aikajärjestyksessä. Näitä asioita ovat muun muassa taustat, hahmot, dialogit sekä asennot, joita kohtauksessa tullaan käyttämään. (Shaver 2011.)

Kuvakäsikirjoitus on toinen vaihe tietokoneanimaation teossa. Tämä vaihe on lähestulkoon sama, kuin 2D-animaatiota tehdessäkin. Käsiteltävästä kohtauksesta piirretään 2D-piirros (kuva 5), josta tulee karkeasti ilmi ympäristö, hahmot ja kamerakulmat, jotka lopullisessa versiossa halutaan nähdä. Kunkin piirroksen alapuolelle yleensä kirjoitetaan se kohta käsikirjoituksesta, jota kuva käsittelee. Tällä tavoin saa paremman käsityksen siitä, mitä kohtauksessa on tapahtumassa. Ammattimaisessa tietokoneanimaatioelokuvassa animaattori yleensä käy kuvakäsikirjoituksen ääneen läpi muun animaatioryhmän kanssa. Varsinaista ääninäyttelyä tässä vaiheessa ei tehdä, vaan animaattori yleensä antaa karkean vaikutelman jokaisesta hahmosta jokaisen kohtauksen läpikäymisessä. (Shaver 2011.)



KUVA 5. Ote kuvakäsikirjoituksesta (The CGBros 2012)

Vaikka usein saattaakin käydä niin, että osa kuvakäsikirjoitukseen tehdyistä kohtauksista muutetaan tai jätetään kokonaan pois, niin tämä vaihe on silti erittäin hyödyllinen. Voi vaikuttaa turhalta tehdä kymmeniä, jollei satoja, piirroksia yhdestä kohtauksesta tietokoneanimaatioelokuvasta, jota ei lopuksi edes käytetä lopullisessa elokuvassa. Piirrettyjen kohtausten läpikäyminen kuitenkin auttaa animaattoreita saamaan idean kohtauksen toimivuudesta tai toimimattomuudesta. Tässä vaiheessa kohtausten poistaminen on huomattavasti käytännöllisempää, kuin vasta animaation teon jälkeen, jolloin menee paljon aikaa ja rahaa hukkaan kohtauksen renderöimiseen. Kuvakäsikirjoituksen tekeminen auttaa välttämään turhaa työtä. (Allen Shaver, 2011)

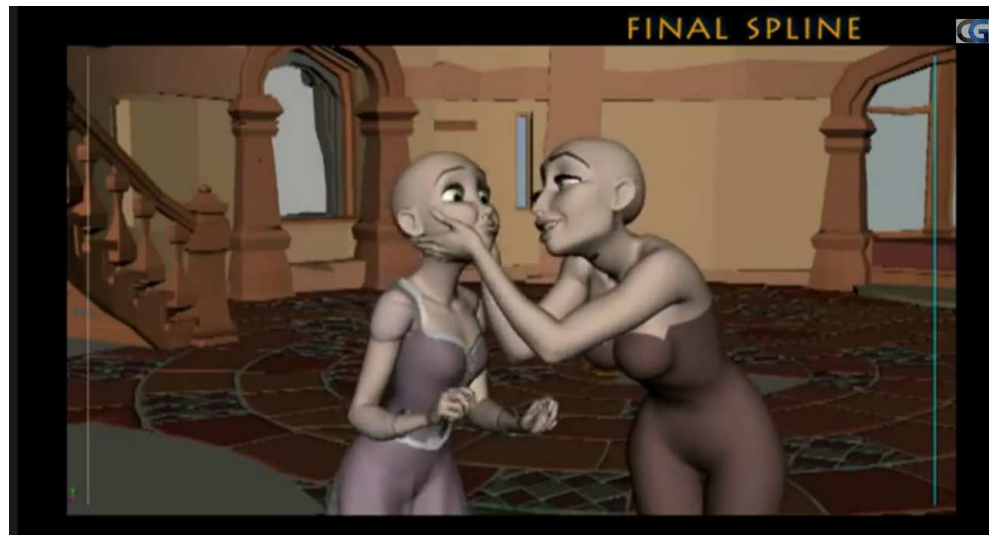
Kolmannessa vaiheessa käydään läpi kohtauksen sommittelu, jossa renderöidään kohtauksessa käytettävät taustat ja hahmot 3D:nä. Animaattorit luovat tietokoneella kolmiulotteisen perusmallin jokaisesta kohtauksessa esiintyvistä hahmosta. Hahmon kolmiulotteiseen mallintamiseen yleensä käytetään jotain vertailukuvaa, kuten 2D-piirustusta tai vahamallia. Tässä vaiheessa ei kuitenkaan luoda vielä hahmon yksityiskohtia, kuten hiuksia tai valotuksen tehosteita. Itse sommitteluvaihe alkaa sitten, kun hahmot ja taustat on mallinnettu. Tällöin hahmot asetetaan kohtauksessa oikeisiin kohtiin ja kamerakulmat asetetaan jokaiseen kuvakehykseen (kuva 6). Sen

jälkeen esikatsellaan kohtauksesta karkea versio kolmiulotteisena. Tämä vaihe on kuin kuvakäsikirjoitus, mutta kolmiulotteisena: vain kamerakulmat ja dialogit on tehty, mitään muuta ei. Sommitteluvaiheessa ei vielä luoda valotuksia, yksityiskohtia tai hahmojen eleitä, kuten suun liikkeitä, vaan hahmot ovat paikoillaan perusasennossa. Varsinaista liikkeen animointia ei vielä tapahdu; hahmoja vain liikutetaan oikeille paikoilleen kohtauksen ympäristössä. Täten animaattorit saavat kuvan siitä, miltä kohtaus tulee näyttämään kolmiulotteisena, joten kohtausta pystytään vielä muuttamaan ja hiomaan esikatselujen välillä. Kun sommittelu on valmis, voidaan siirtyä animaation neljänteen vaiheeseen, joka sisältää itse kohtauksen animoinnin. (Shaver 2011.)



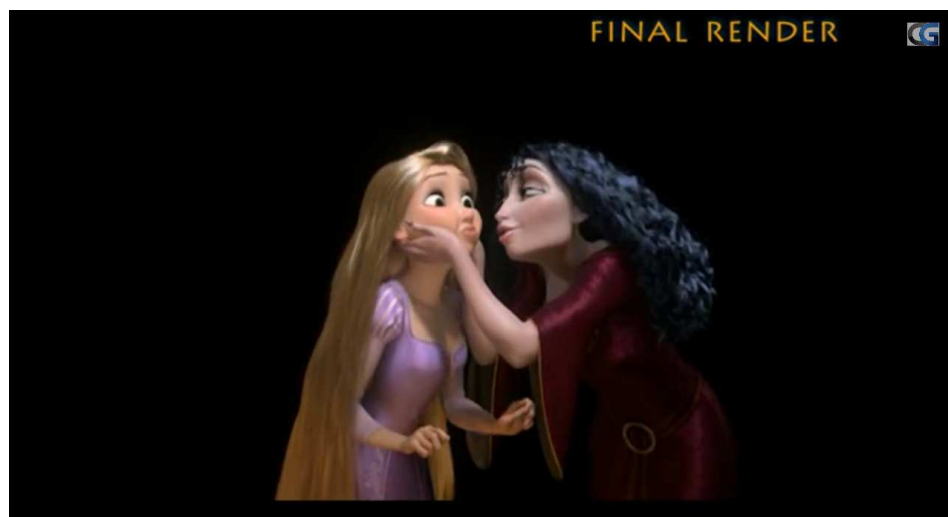
KUVA 6. Sommitteluvaihe (The CGBros 2012)

Neljäs vaihe on animoinnin vaihe, joka sisältää liikkeiden viimeistelyn. Kaikki suun liikkeistä askeliin animoidaan tässä vaiheessa (kuva 7). Kuten 2D-animoinnissa, tässäkin jokainen kuvakehys luodaan ja siirretään liikettä minimaalisesti seuraavaan kehykseen ja niin edelleen. Toistettuna yksittäiset kuvakehykset luovat animaation. Hahmojen ulkonäön monimutkaisimpia yksityiskohtia ei vielä luoda eikä valaistusta tai hahmojen lopullista mallia. Tämä on vasta karkea luonnos animaatiosta, mutta tämän vaiheen valmiiksi saamisen jälkeen elokuva onkin jo kokonaan animoitu. (Shaver 2011.)



KUVA 7. Animoinnin vaihe (The CGBros 2012)

Animoinnin jälkeen on edessä tietokoneanimaation viimeinen vaihe, eli lopullinen versiointi. Tässä vaiheessa kaikki monimutkaisimmat tietokoneanimaation osat, kuten hiukset, valoitukset sekä tekstuurit, asetetaan paikoilleen (kuva 8). Nämä osiot jätetään prosessin viimeiseksi vaiheeksi sen vuoksi, koska ne ovat kaikkein vaikeimmat osiot tietokoneanimaatiossa. Esimerkiksi hiuksien animoiminen on erittäin monimutkaista, koska yksittäisiä hiuksia tulee olemaan satoja tuhansia kappaleita, joilla kullakin on oma liikerata. Ne myöskin täytyy animoida tehosteiden, kuten tuulen ja liikkumisen mukaisesti. Kokonaan karvaista hahmoa ei ollut yritetty tehdä ennen vuotta 2001, jolloin Pixar teki elokuvan *Monsterit Oy*, jossa yksi päähahmoista nimeltä Sully, joka esiintyy kuvassa 9, animoitiin koko ruumiin peittävällä realistisella turkillla. (Shaver 2011.)

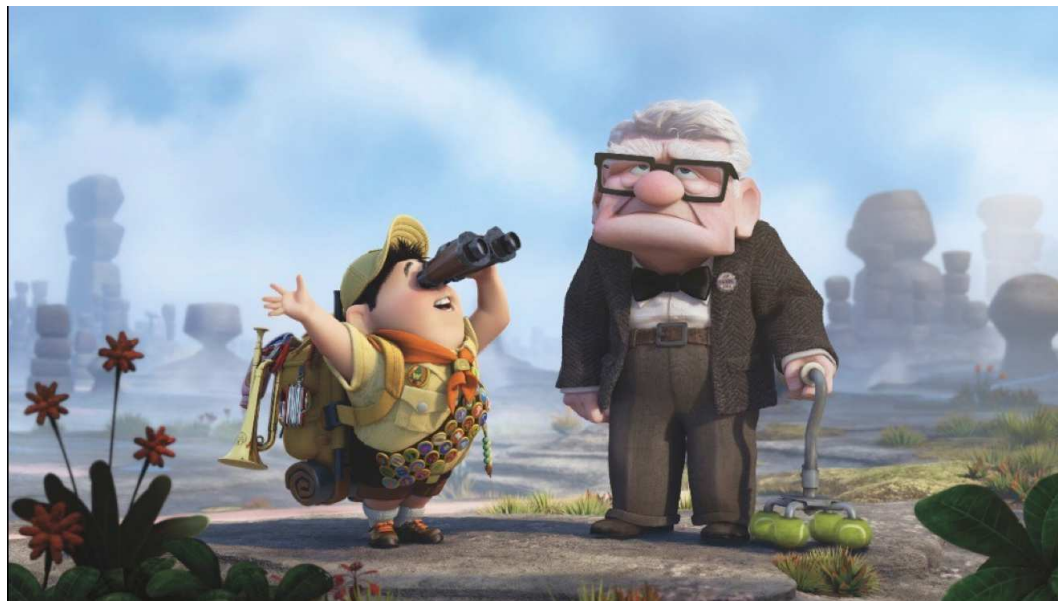


KUVA 8. Lopullinen versiointi (The CGBros 2012)



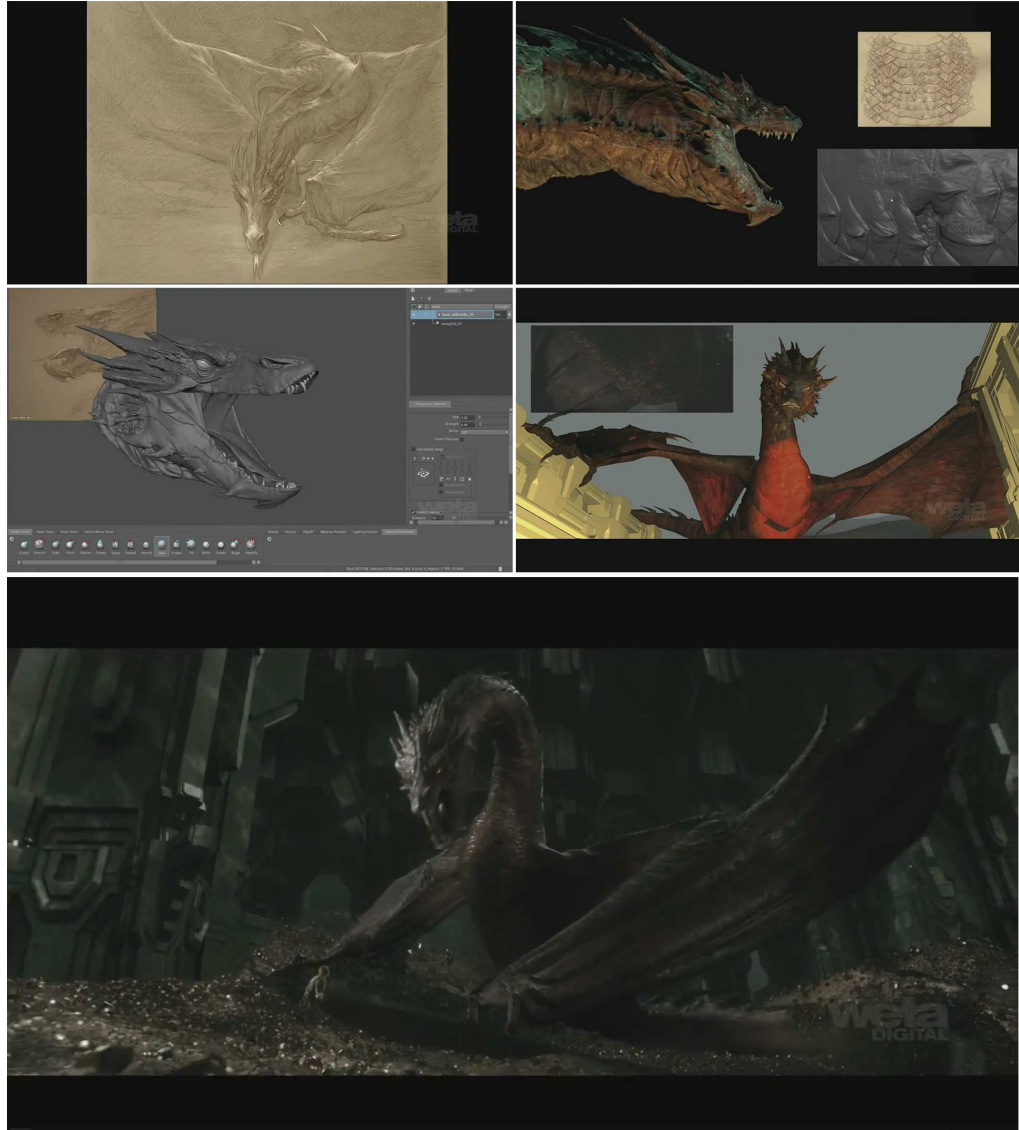
KUVA 9. Monsterit Oy -elokuvan Sully (Sanchez 2014)

Muita lopullisen versioinnin vaiheita ovat valaistus ja tekstuurit. Tekstuureja asetetaan erityyppisille pinnoille tuomaan niille uskottavamman ulkonäön. Karkeille kappaleille luodaan muhkurainen tekstuuri, sileille kappaleille puolestaan kiiltävä ja heijastava tekstuuri. Ihmishahmoille voi olla todella vaikeaa asettaa tekstuurit, ja oikean ihmisen näköistä hahmoa on erittäin haastavaa luoda. Tämän takia tietokoneanimaatioelokuvissa käytetään useimmiten epärealistia hahmoja, kuten elottomia leluja Toy Storyssa, eläimiä elokuvassa Nemoa etsimässä tai sarjakuvamaisia ihmisiä Up-elokuvassa (kuva 10). (Shaver 2011.)



KUVA 10. Up-elokuvan päähahmoina on sarjakuvamaisia ihmisiä (Jarjous 2009)

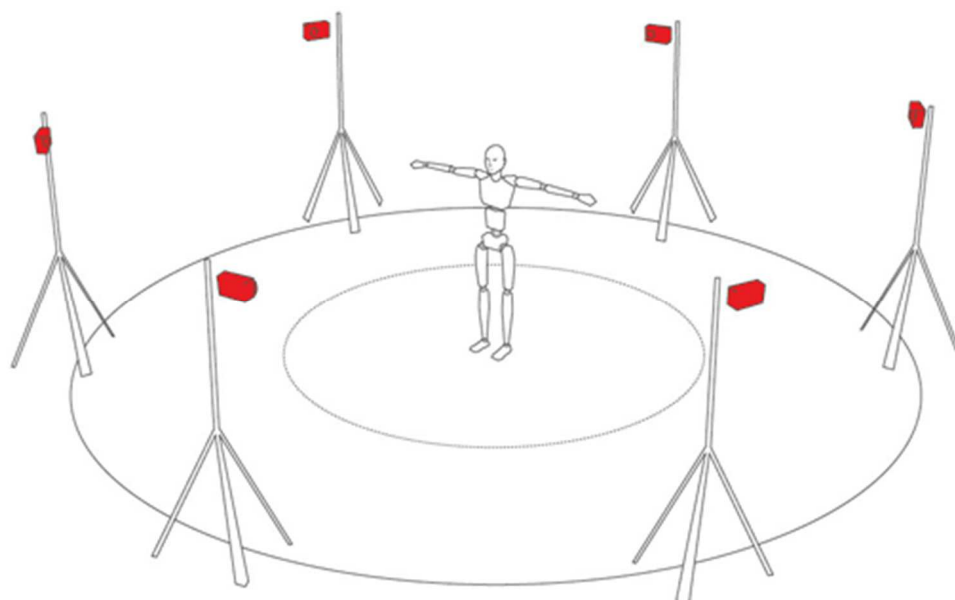
Valaistuksen tekemiseen liittyy valolähteen tai -lähteiden luomista jokaisen kohtaukseen ja todenmukaisen valaistuksen asettamista kohtauksiin. Valaistus luo hahmoille varjon jokaiselle kohtauksen hahmolle ja esineelle. Varjojen renderöinti on tehtävä huolellisesti, jotta ne näyttävät järkeenkäyville ja todenmukaisilta. Tämä vaihe voi olla aikaavievää, minkä takia se on yksi viimeisimmistä asioista tietokoneanimaatioelokuvan tekemisessä. Kun kaikki nämä vaiheet on tehty, animaatio on valmis. Huolimatta suuresta ja hankalasta työmäärästä tietokoneanimaatioiden luominen on todella sen arvoista. Hyvä esimerkki animaation kovasta työstä, ja sen mukaisesta lopputuloksesta on Hobitti -elokuvien Smaug-lohikäärme (kuva 11). (Shaver 2011.)



KUVA 11. Smaug-lohikäärmeen tekovaiheita (CG Meetup 2014)

3 LIIKKEENKAAPPAUS

Liikkeenkaappaus (motion capture, mocap) on kolmiulotteisessa tilassa tapahtuvaa liikettä, joka tallennetaan useilla kameroilla sarjaksi XYZ-koordinaatteja. Yleisesti liikkeenkaappauksessa tallennetaan ihmisen liikkeitä, mutta periaatteessa voidaan tallentaa minkä tahansa liikkuvan esineen tai eläimen liikettä. Liikkeenkaappaus on yksi kriittisimmistä elementeistä, kun tarkoituksena on luoda uskottavaa sisältöä esimerkiksi videopeleihin, elokuviin tai animaatioprojekteihin. Hyvin toteutettu liikkeenkaappaus voi helposti ja nopeasti auttaa katsojaa sisäistymään kuvitteelliseen maailmaan, kun taas huonosti toteutettu liikkeenkaappaus pilaa tunnelman yhtä nopeasti. Kuvassa 12 on esiteltyä liikkeenkaappauksen asettelu.



KUVA 12. Liikkeenkaappaustilanne (ITDL 2009)

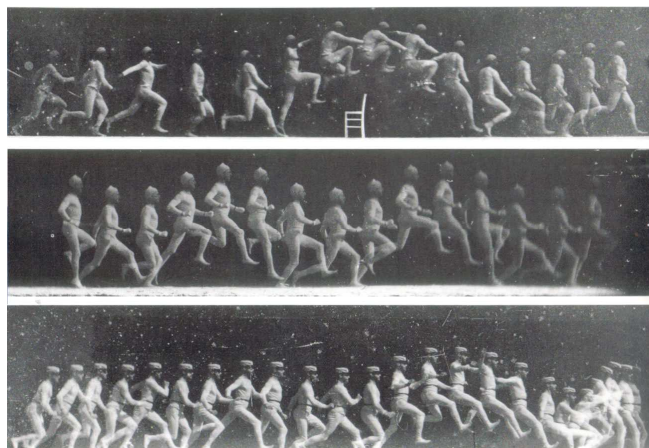
Liikkeenkaappauksesta on tullut suosittu tapa tuottaa animaatiota, koska se auttaa huomattavasti säästämään aikaa animointiprosessissa. Sen sijaan, että animaattorit aloittaisivat tyhjästä luomaan liikkuvaa hahmoa kuva kovalta, he saavat valmiiksi tallennetut liikkeet, joita heidän tarvitsee enää vain tehdä paremmaksi ja yksityiskohtaisemmaksi. Toisaalta animaattorit kokevat liikkeenkaappauksen uhkana, sillä nopea ja edullinen automatisoitu tekniikka korvaa heidän huolellisesti ja vaivalloisesti tehdyn työn (Flip 2012.)

Eräessä liikkeenkaappausprojektissa nauhoitettiin 197 animaatiota 15 tunnin kuvauksilla, ja on arvioitu, että yhdeltä animaattorilta olisi vienyt 4 kuukautta saavuttaa sama työmäärä (MetaMotion 2014). Ajansäästön lisäksi liikkeenkaappauksella saadaan aikaisiksi paljon tarkempia ja realistisempia liikkeitä, kuin tavallisella animoinnilla aloittaen tyhjältä. Esimerkiksi usean kolmiulotteisen hahmon vuorovaikutuksen luominen sekä erilaisten urheiluasuoritusten animointi onnistuu helpommin ja realistisemmin liikkeenkaappauksella, kuin käsin animoimisella.

3.1 Historia

On vaikea määritellä, missä ja milloin liikkeenkaappaus on syntynyt, koska useiden asioiden tavoin se on ollut jatkuvasti kehittyvä prosessi. Jos tarkastellaan itse sanaa ”liikkeenkaappaus”, se kuvaa melko tarkasti juuri sitä, mitä se on, eli liikkeen kaappausta. On jokin liike, joka halutaan kaappata, jotta sitä voidaan tutkia ja tarkastella. Tällä ajatustavalla voinee väittää, että valokuvaus on myös eräänlainen liikkeenkaappauksen muoto. 1800-luvun loppupuolella valokuvaajat, kuten Eadweard Muybridge ja Etienne-Jules Marey, tekivät näin käyttäessään valokuvausta tutkiakseen ihmisen ja eläimen liikkumista. (Liverman 2004, 2.)

Marey ja Muybridge työskentelivät erillään kehittämällä erilaisia tekniikkoja tutkiakseen liikettä. Yksi Mareyn tekniikoista sisälsi erikoisen kameran käyttöä, jonka hän itse keksi. Kamera mahdollisti useiden valotuksien liittämisen lasisille levyille ja filminauhan suikaleille (kuva 13), jotka pystyivät menemään hänen kameransa läpi automaattisesti. (Liverman 2004, 2.)



KUVA 13. Mareyn liikkeenkaappaus filminauhalla (Nicholas & Nick 2010)

Muybridgen lähestymistapa sisälsi usean kameran käyttöä, jotta saatiin perättäisiä kuvia ihmis- tai eläinokohteen liikkeistä. Myöhemmin Muybridge kiinnitti ottamiaan kuvia lasten zoetrooppi-leluun. Zoetrooppi mahdollisti useiden kuvien kiinnittämisen pyöreäänmuotoiseen leluun niin, että kun lelua pyöritetään, yksittäiset kuvat muodostavat liikkuvan animaatiohahmon. Monet uskovat, että Muybridgen kehittämä zoetrooppi (kuva 14) ja Mareyn kokeilut filmisuikaleilla antoivat suunnan liikkuvien kuvien kehitykseen. (Liverman 2004, 2.)



KUVA 14. Zoetrooppi (Iawanimation 2012)

Koska nykypäivän liikkeenkaappaus on enimmäkseen liittynyt viihdeteollisuuteen, rotoskooppaukseksi kutsuttu animointityyli on usein mainittu olevan nykypäivän liikkeenkaappauksen esi-isä. Rotoskooppaus on prosessi, jossa animaattorit jäljentävät oikeilla ihmisillä kuvattujen kohtauksien filmin päälle piirrosversion, jota käytettiin vuonna 1940 Disneyn elokuvassa Lumikki ja seitsemän kääpiötä. Rotoskooppauksen keksi Max Fleischer vuoden 1915 tietämällä yrityksenä luoda animaatiota tehokkaasti ja säästävästi. David J. Sturman toteaa kirjoituksessaan *A Brief History of Motion Capture for Computer Character Animation*, että "rotoskooppausta voidaan ajatella alkukantaiseksi muodoksi tai edelläkävijäksi liikkeenkaappaukselle, jossa liike on 'kaapattu' vaivalloisesti käsin". (Liverman 2004, 3.)

Sturmanin mukaan yksi aivan ensimmäisistä esimerkeistä nykypäivän liikkeenkaappauksesta, erityisesti tietokoneella esitettyjä, tuli 1960-luvun alussa, kun elektroniikan insinööri Lee Harrison III loi systeemin, jolla henkilö pystyi kontrolloimaan hahmon liikkumista näytöllä. Hän kehitti menetelmänsä, jota hän kutsui Scanimateksi, ja 1960-luvun loppupuolella sitä käytettiin paljon televisioissa lentävien logojen luomiseksi. Tietokoneiden tekniikan kehittyessä Harrisonin menetelmä hävisi tuntemattomuuteen. (Liverman 2004, 3.)

Kuten aikaisemmat valokuvauksen kokeilutkin, myös nykypäivän liikkeenkaappaus kehitettiin, ei vain viihdeellisiin tarkoituksiin, vaan myös lääketieteen alalle auttaakseen analysoimaan ihmisen liikkuvuutta proteesien, urheilulääkkeiden sekä nivelten mekaniikan kehittämistarkoituksia varten. 1990-luvun lopussa kuitenkin liikkeenkaappauksesta oli tullut uusi ja jännittävä animaatiotekniikka, jota käytettiin videopeleissä, elokuvatehosteissa, televisiomainoksissa sekä animoiduissa televisio-ohjelmissa. (Liverman 2004, 3.)

3.2 Liikkeenkaappauksen tyypit

Kun liikkeenkaappaus alkoi kehittymään, liikkeenkaappausta alettiin kategorisoida eri tyypeihin niiden tekotyylin perusteella. Nykypäivänä esille nousee kolme eri pääkategoriaa: optinen liikkeenkaappaus, magneettinen

liikkeenkaappaus sekä mekaaninen liikkeenkaappaus. Näillä kullakin tyyppillä on omat heikkoutensa ja vahvuutensa. (Kitagawa & Windsor 2008, 8.)

3.2.1 Optinen liikkeenkaappaus

Optisessa liikkeenkaappauksessa tallennettavaan kohteeseen on kiinnitetty valoa heijastavia markereita, jotka ovat joko pallomaisia, puolipalloisia tai ympyröitä. Muoto ja koko riippuvat kameran resoluutiosta ja kaappauksessa tallennettavasta kohteesta (esimerkiksi käsiin ja kasvolikkeisiin käytetään pienempiä markereita). Markerit kiinnitetään paikkoihin, joiden sijainti halutaan tallentaa liikkeen aikana. Ihmisellä tällaisia paikkoja ovat nivelet, kuten esimerkiksi polvet, lantio, olkapäät ja kyynärpäät. Markerit kiinnitetään joko suoraan ihoon tai tiukkaan ihoa myötäilevään vaatteeseen. Tavanomaisessa ihmisen liikkeen tallentamisessa heijastimia on vartalolla noin 23 – 32 kappaletta. Kasvojen liikkeen, eli ilmeen tunnistus, tehdään erikseen. (Kitagawa & Windsor 2008, 8.)

Liike tallennetaan usealla kameralla, jotka on sijoitettu eri puolille kohdetta. Kameroita tarvitaan useita, sillä yksikään markeri ei saa jäädä samanaikaisesti piiloon kaikilta kameroilta. Jos markereita jää piiloon, tapahtuu datan häviötä ja liikerata joudutaan korjaamaan käsin tietokoneella. Jos liikkeenkaappauksessa tulee liikaa datahäviötä, on parempi kuvata liike uudelleen, kuin yrittää korjata sitä, sillä liikeradasta ei tule tasaista käsin korjattaessa. Tyypillinen optinen liikkeenkaappaus (kuva 15) sisältää 4:stä 32:een kameraa sekä tietokoneen, joka ohjaa kameroita. (Kitagawa & Windsor, 2008, 9.)



KUVA 15. Optista liikkeenkaappausta (Signals Media Arts Centre 2014)

Optisen kaappauksen hyvät puolet (Kitagawa & Windsor 2008, 10.):

- Optinen data on tarkka.
- Kaappausten määrä on korkea.
- Useampaa kohdetta voidaan kaapata samanaikaisesti.
- Voidaan käyttää suuria määriä markereita.
- Kuvattava kohde voi liikkua vapaasti kaappauksen alueella.

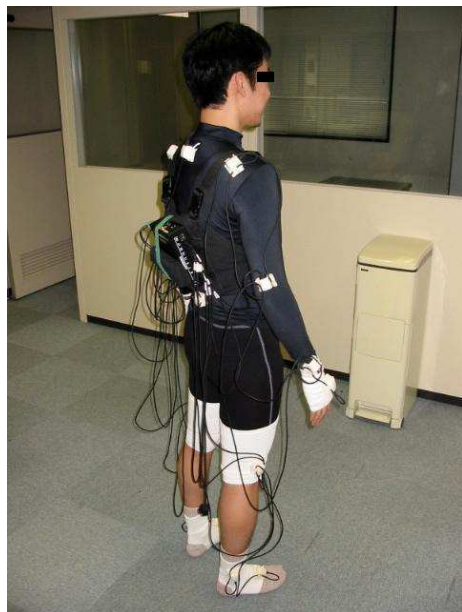
Optisen kaappauksen huonot puolet (Kitagawa & Windsor 2008, 10.):

- Tarvitaan laajaa jatkokäsittelyä.
- Markerit voi jäädä kohteen tai lavasteiden taakse piiloon aiheuttaen datahäviötä.
- Laitteisto on yleensä kalliimpaa kuin muiden liikkeenkaappausten tyyppien laitteisto.

3.2.2 Magneettinen liikkeenkaappaus

Magneettisessa liikkeenkaappauksessa ei käytetä kameroita liikkeen tallentamiseen, vaan kohteeseen kiinnitetyt sensorit itsessään tunnistavat liikkeen (kuva 16). Kohteeseen kiinnitetään 12–20 sensoria, jotka tunnistavat

liikkeen lisäksi myös suunnan, johon ne osoittavat. Tämän vuoksi rotaation laskemiseksi ei vaadita jälkikäsitteilyä. Tämä puolestaan mahdollistaa magneettisen kaappauksen käyttämisen reaaliaikaisissa sovelluksissa. Sensorit eivät aiheuta datahäviötä kohteen tai lavasteiden tullessa eteen, toisin kuin optisessa kaappauksessa. Toisaalta metalliesineet ja elektronikat ympäristössä voivat aiheuttaa häiriötä sensoreissa, mikä voi aiheuttaa vääristyneitä lopputuloksia. (Kitagawa & Windsor 2008, 10.)



KUVA 16. Magneettinen liikkeenkaappausjärjestelmä (Titech 2005)

Magneettisen liikkeenkaappauksen sensorit pitää valitettavasti kytkeä keskusyksikköön johdoilla, joten tallennettavan kohteen liikkuminen on rajoitumpaa kuin optisessa liikkeenkaappauksessa, jossa kohteen liikettä eivät rajoita johdot, vaan kameroiden rajaama alue. Lisäksi sensoreiden patterit täytyy ladata aina muutaman tunnin välein. Magneettisella kaappauksella voi tallentaa useita näyttelijöitä samanaikaisesti useammilla asetuksilla. Yksi suurimmista eduista magneettisessa kaappauksessa on sen kustannukset: magneettinen kaappaus on edullisempaa kuin optinen kaappaus. (Kitagawa & Windsor 2008, 10.)

Magneettisen kaappauksen hyvät puolet (Kitagawa & Windsor 2008, 11.):

- Paikka ja suunta ovat käytettävissä ilman jälkikäsitteilyä.

- Reaaliaikainen kierto mahdollistaa reaaliaikaiset sovellukset.
- Sensorit eivät häiriinny ei-metallisista esineistä.
- Useaa näyttelijää voidaan kuvata yhtä aikaa useammilla asetuksilla.
- Magneettinen kappaus on halvempaa kuin optinen.

Magneettisen kaappauksen huonot puolet (Kitagawa & Windsor 2008, 11.):

- Sensorit ottavat häiriötä magneeteista ja elektroniikasta.
- Sensorien johdot ja patterit voivat rajoittaa liikkumista.
- Sensoreiden asetuksia on hankala vaihtaa.

3.2.3 Mekaaninen liikkeenkaappaus

Mekaanisessa liikkeenkaappauksessa mitataan suoraan kohteen nivelien kulmia erikoisella puvulla, jossa on kohteen jokaisen nivelen kohdalla var-silla kiinnitettyt potentiometrit, jotka mittaavat jännitteen vaihtelulla nivelen kulmat. Laite muistuttaa ulkoista tukirankaa (kuva 17).



KUVA 17. Mekaaninen liikkeenkaappausjärjestelmä (Colin Cronin 2014)

Mekaaninen kaappaus on reaaliaikaista, suhteellisen edullista, vapaa näköesteistä sekä magneettisista tai elektronisista häiriöistä ja on kannet-

tava. Langaton mekaaninen kaappaus tarjoaa suuren kaappaustilavuuden. Mainittava huono puoli on, että se ei mittaa globaalia muutosta kovin hyvin. Mekaanisessa kaappauksessa mitataan käyttämällä kiihtyvyyssmittaria, mutta data voi silti ”ryömiä” ja ”horjahtaa” hiukan. (Kitagawa & Windsor 2008, 11.)

Jos kohde hyppää, data ei normaalisti seuraa hyppyä ja data pysyy maan tasalla. Jos kohde kävelee rappusia ylös, data ei ikinä nouse ylös ilmaan, vaan näyttää siltä kuin kohde kävelisi paikoillaan. Magneettisia sensoreita yleensä lisätään mekaaniseen kaappaukseen tämän ongelman korjaamiseksi. Puvun tukirankaisuus rajoittaa kohteen nivelien liikkumista, esimerkiksi ihmisen olkapäissä on pallonivelet, jotka mahdollistavat käden liikkuttamisen jokaiseen suuntaan, mutta puku antaa liikuttaa kättä vain sarnamaisesti. Puku myöskin estää lattialla pyörähtelyä, koska se satuttaa käyttäjää sekä vahingoittaa pukua. (Kitagawa & Windsor 2008, 11.)

Mekaanisen kaappauksen hyvät puolet (Kitagawa & Windsor 2008, 12.):

- Kaappaus on reaaliaikaista.
- Ei ota magneettisia tai elektronisia häiriöitä.
- Laitteisto on kannettavissa.

Mekaanisen kaappauksen huonot puolet (Kitagawa & Windsor 2008, 12.):

- Data ei mittaa globaalia muutosta.
- Rajoittaa kohteen liikkuvuutta.
- Laitteisto on helposti hajoava.

4 ANIMOINTI ILMAN LIIKKEENKAAPPAUSTA

Ihmismäisen hahmon animointi on haasteellista työtä, varsinkin jos hahmon tarkoitus on esittää ihmistä todenmukaisesti. Haasteellisuuteen on monia erilaisia syitä: Ensimmäinen ja mahdollisesti suurin syy lienee se, että ihmisen figuuri on erittäin tuttu muoto lähestulkoon kaikille. Tämä tutuus tekee jokaisesta henkilöstä kriittisen katsojan. Ihminen huomaa heti, jos animoidun ihmishahmon liikkeissä jokin ei tunnu tai näytä oikealta. Toiseksi ihmisen muoto on hyvin monimutkainen, sisältäen yli kaksisataa luuta ja kuusisataa lihasta. Kehon osien luonnollinen monimuotisuus hankaloittaa edelleen mallinnusta sekä animointia. Kolmanneksi, ihmismäinen liike ei ole laskennallisesti kunnolla määriteltä. Jotkut tutkimukset ovat yrittäneet määrittää tarkasti ihmismäistä liikettä, mutta tyypillisesti nämä tiedot pätevät vain tiettyyn rajattuun tilanteeseen. Neljänneksi, ei ole olemassa vain yhtä määrättyä liikettä, joka käsitettäisiin ihmismäiseksi. Geenien, kulttuurin, persoonallisuuden sekä emotionalisen tilan tuomat erilaisuudet voivat vaikuttaa siihen, kuinka ihminen toteuttaa jonkin tietyn liikkeen. (Parent 2008.)

Yleinen lähestymistapa ihmishahmon animointiin on luoda hahmo eri tasoihin, jotka sisältävät luurangon, lihakset sekä ihon (kuva 18). Luurankotasoa on vastuussa hahmon artikuloinnista, lihastaso vastaa muodon muokkaantumista luurangon artikuloinnin ympärille ja ihotaso on vastuussa hahmon ulkonäöstä. (Parent 2008.)



KUVA 18. Hahmon luominen eri tasoihin (Robertson 2001)

4.1 Key Frame -animointitapa

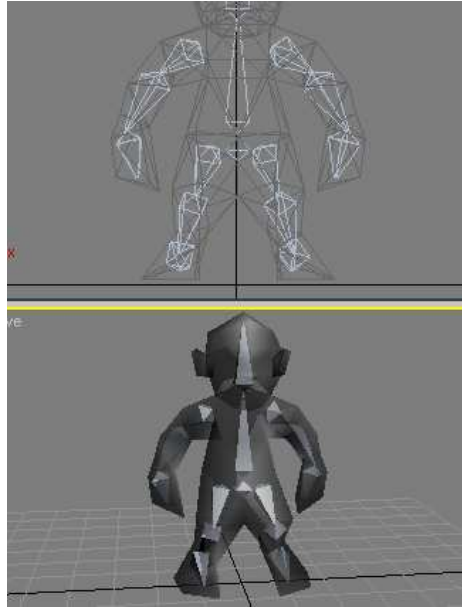
Suurin osa 3D-animaatioista luodaan käyttämällä niin kutsuttua keyframing-animaatiotapaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että animoitavan hahmon liikesarja toteutetaan animoimalla liike kehys (frame) kehykseltä aikajanalla.

Keyframing-animaatiossa työ aloitetaan asettamalla animoitavan hahmon liikkeen ääriasennot ensin, eli alku- ja loppuasento. Ohjelma luo automaattisesti liikesarjan näiden kahden ääripään väliin, ja liikesarjaa muuttamalla ja hienosäätämällä saadaan tarkempi liike aikaiseksi. Väliin jääneet kehykset täytetään yksitellen, useimmiten aina vertaamalla ääriasentoja ja animoimalla liikkeen keskivaihe ja taas näiden keskivaihe ja niin edelleen, kunnes vaiheita on tehty niin tarpeeksi, että normaalinopeudella katsottuna liike näyttää sulavalta ja yhtenäiseltä.

4.2 Bones – Luut

Luut (bones) ovat 3D-animaation perusta. Nämä luut ovat rautalankamalleja, jotka eivät tule renderöinnissä näkymään, ja niitä käytetään kärkipisteiden liikuttamiseen (kuva 19).

Luuranko luodaan yhdistämällä luut toisiinsa hierarkialla, joka sitten yhdistetään kärkipisteen malliin skinning-toiminnolla. Skinning-toiminnolla määritetään hahmon alueet, jotka liikkuvat tiettyä luuta liikuttamalla. Skinnattua hahmoa animoidaan liikuttamalla luurangon luita haluttuun asentoon, kärkipiste liikuttaa hahmon muodon tähän uuteen paikkaan. (Pitzel 2011.)

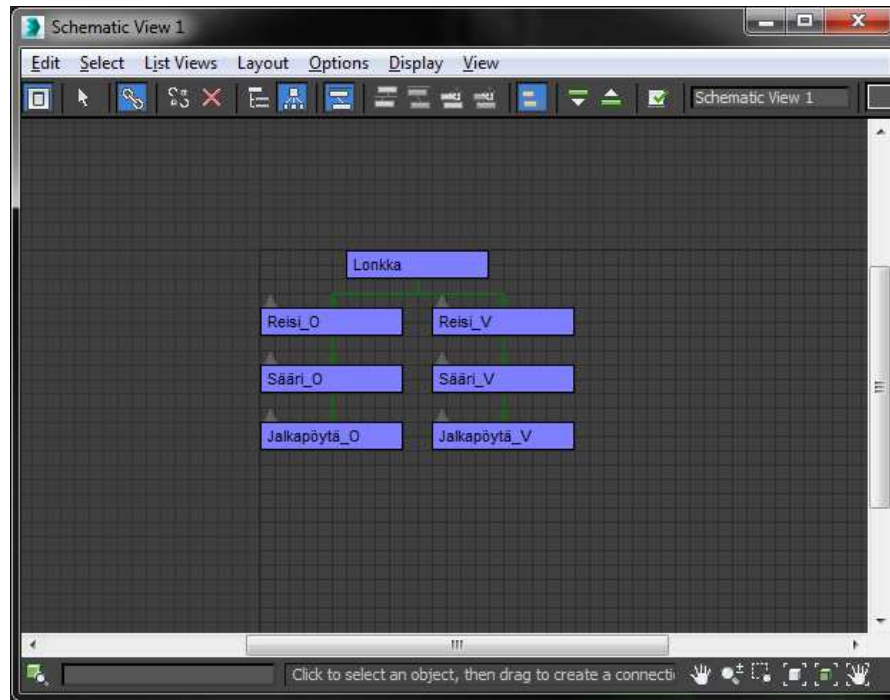


KUVA 19. Bonesit, eli luut (BlinkBoy 2004)

4.3 Inverse Kinematics sekä Forward Kinematics

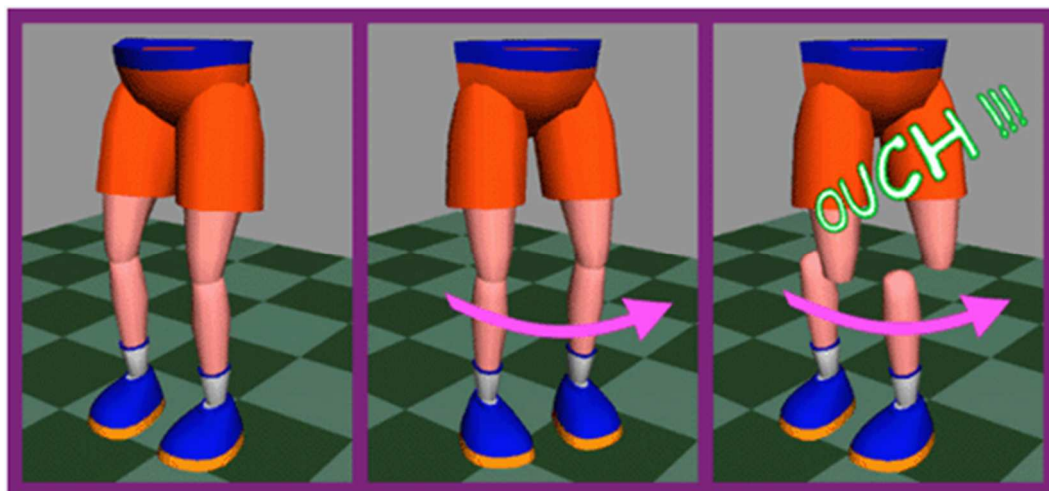
Inverse Kinematics, IK, eli käänteinen kinematiikka tarkoittaa hahmon nivelkohtien animoimisen prosessia. Tässä prosessissa linkitettyjen nivelten liikkeet ovat suhteessa muiden linkitettyjen osien liikkeeseen. Liikuttamalla alku- tai loppupistettä näiden välissä olevat kohdat mukautuvat automaattisesti liikkeen fysiikan mukaan luonnollisen liikkeen luomiseksi. Forward Kinematics, FK, suora kinematiikka on liikkeen prosessi, jossa jokaista niveltä liikutetaan joko kaikki kerralla tai yksitellen erikseen. (Sanders 2015.)

Käyttääkseen inverse tai forward kinematiikkaa animoijan tulee ymmärtää hierarkian perusteet, koska hierarkiat ovat tärkeässä osassa IK:n ja FK:n käytössä. Hierarkia on parent-child -suhde, eli vanhempi-lapsi -suhde, jossa esimerkiksi ihmisen alaraajoissa reisi on lonkan lapsi, sääri reiden lapsi ja jalkapöytä säären lapsi (kuva 20). (Pitzel 2011.)



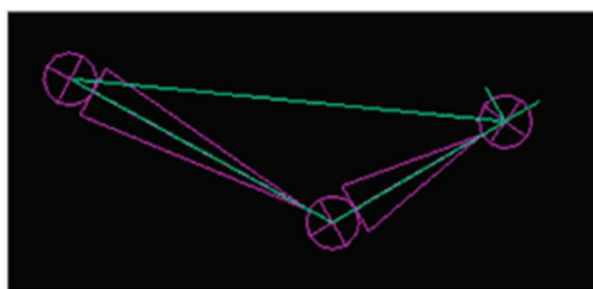
KUVA 20. Ihmisen alaruumiin hierarkia

Jos FK:n prosessissa halutaan liikuttaa esimerkiksi hahmon kättä normaalissa hierarkiassa, tulee ensin kääntää olkavartta, sitten käsivartta ja lopuksi kämmentä, jotta koko jäsen on kohdillaan. Tämä ”ylhäältä alas” -järjestelmä on Forward Kinematicsia, ja se on hyvä perusanimointiin. Ongelmia FK:n kanssa tulee kuitenkin siinä vaiheessa, kun halutaan tehdä vähänkään edistyneempää animointia, esimerkiksi hahmon kääntyminen katsomaan taaksepäin. Jos kääntää koko hierarkiaa, jalat kääntyvät maassa paikoillaan luonnottoman näköisesti, mutta jos jalat pitää kiinnitettynä maassa, niin jalat eivät seuraa mukana ja lantio katkeaa irti kääntyäkseen (kuva 21). (Pitzel 2011.)



KUVA 21. FK:n ongelmat hahmon kääntämisessä (Pitzel 2011)

Nykyään on onneksi kehitetty kehittyneempi tapa animoida hahmon liikkeitä realistisemmin ja tämä tapa on virtuaalisten luiden käyttäminen Inverse Kinematicsin kanssa (kuva 22). Luurangon suurin etu on sen mahdollisuudet muuttaa hierarkian hallinta ylhäältä alas. Kun se toimii tai ”ratkaisee” hierarkiaa alhaalta ylöspäin (Käänteinen Forward Kinematcsista), prosessia kutsutaan Inverse Kinematicsiksi, eli IK:ksi. Tämä on aikaa säästävämpi prosessi, kuin FK:n tapa käsittää ylhäältä alas -rotaatioita. (Pitzel 2011.)



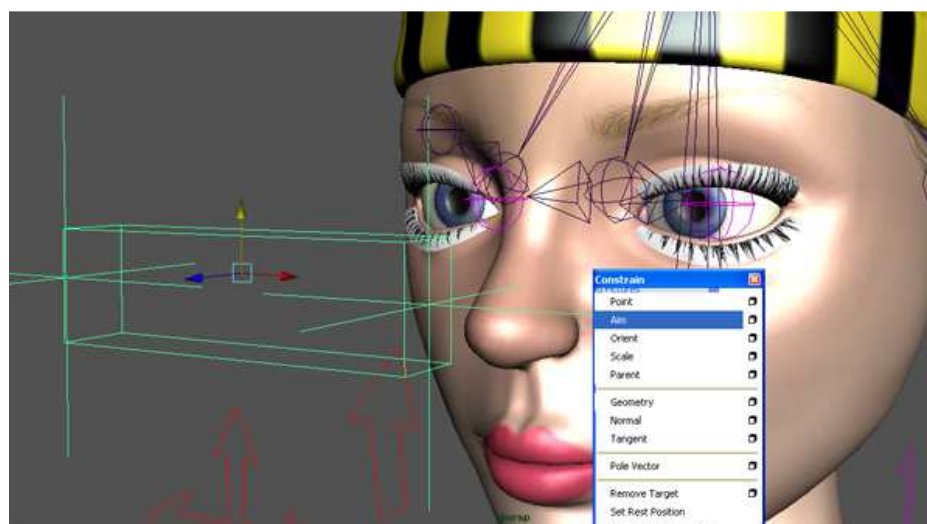
KUVA 22. Luut ja IK-ketju (Pitzel 2011)

4.4 IK Constraints

IK Constraints, eli IK:n rajoittajat, ovat tärkeä osa animointia, kun käytetään IK:ta. Constraintit antavat yhden objektin vaikuttaa toiseen objektiin. Constraintit toimivat objektin kääntymispisteen, eli pivot pointin, kohdasta,

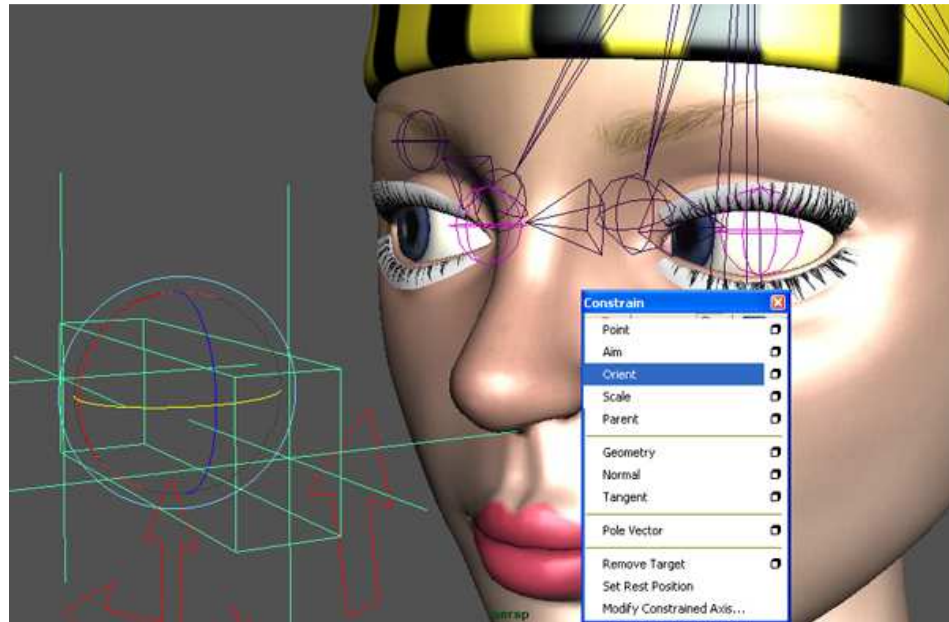
joten jokaisen objektin pivot pointin on tärkeää olla juuri oikeassa paikassa, jotta liike onnistuisi. Constraintteja on erilaisia ja jokainen vaikuttaa objekteihin eri tavoilla. Yleisimmät constraintit ovat suunnatut, orientoidut sekä sijoitetut constraintit. (Pitzel 2011.)

Suunnatut constraintit vaikuttavat objektin jatkuvasti suunnattuna toisen objektin pivot pointiin, ikään kuin ihmisten kasvat on suunnattu tennispalloon tennispeleissä, seuraten palloa edestakaisin. Kuvassa 23 on esimerkki suunnatusta constraintista, jossa hahmon silmien pivot pointit ovat suunnattuna laatikon pivot pointiin. Täten laatikkoa liikuttaessa hahmon silmät liikkuvat laatikkoon suunnattuna. (Pitzel 2011.)



KUVA 23. Suunnattu constraint (Pitzel 2012)

Orientoidussa constraintissa objektin orientaatio on yhtenevä seuratun objektin orientaation kanssa, kuten synkronoidussa uinnissa: kun yksi uimari kääntyy, niin kääntyy myös toinen. Kuvassa 24 on orientoidusta constraintista esimerkkinä silmien liike pallon rotaatioon nähden. Kun palloa pyöritetään, silmät liikkuvat sen mukaisesti.



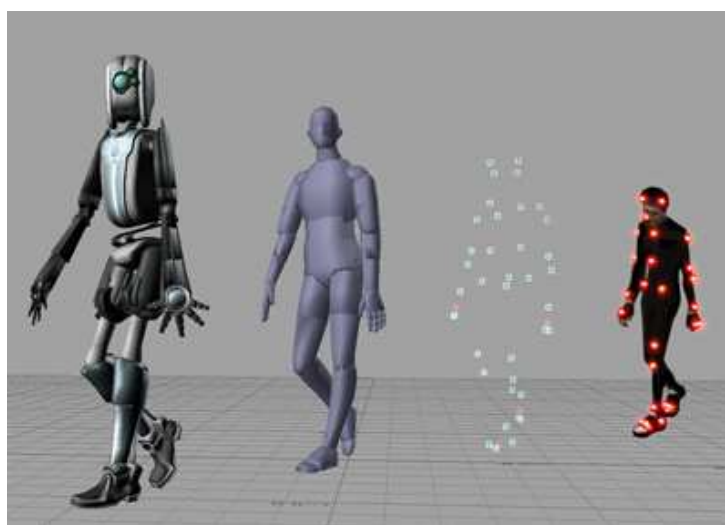
Kuva 24. Orientoitu constraint (Pitzel 2012)

Sijoitettuja constrainejä käytetään useimmiten IK:n kanssa. Tämä constraint ”liimaa” yhden objektin toiseen, kummankin pivot pointin mukaisesti. Kun yhtä objektia liikutetaan, toinen on pakotettu liikkumaan mukana. (Pitzel 2011.)

5 ANIMOINNIN LÄHESTYMISTAVAT LIIKKEENKAAPPAUKSESSA

Normaalisti animaattorin olisi tehtävä päätös, millä tavalla alkaa lähestymään animointiprosessia: suoraan animoimisella, jossa animaattori luo animaation aloittaen alusta ja jatkaen kuva kuvalta loppuun asti, keyframing-animoimisella, jossa animaattori luo ensin animaation tärkeimmät tai ääriasennot ja animoi sen jälkeen väliin jäävät asennot, tai näiden kahden yhdistelmällä, jossa animaattori käyttää keyframeja suuntaviivoina saadakseen raa'an arvion animoinnista ja sitten aloittaa alusta suoraan animoimisella. Monet animaattorit ovat sitä mieltä, että viimeisin tapa tuottaa parhaimman lopputuloksen, vaikkakin se on näistä kolmesta kaikista eniten aikaavievää.

Kun kyse on liikkeenkaappauksesta, animaattoreiden ei tarvitse päättää, mistä aloittaa, koska päätös on tehty jo valmiiksi. Kaikki liikkeenkaappausdata alkaa suoralla sarjalla tapahtumia, joten päätös ei ole se, miten aloittaa, vaan ennemminkin miten on paras jatkaa, kun animoi jo valmista dataa. Vaikka liikkeenkaappausdata alkaa suoralla prosessilla, animaattori, joka työskentelee datan parissa, voi käyttää yhtä tai useampaa perinteisistä lähestymistavoista sekä muutamaa ”edistynyttä” tapaa. Kuvassa 25 esitetään vaiheet liikkeenkaappauksen tallentamisesta valmiiseen animoituun hahmoon.



KUVA 25. Liikkeenkaappauksesta valmiiseen animaatioon (Hide 2013)

Kolmen perinteisen lähestymistavan lisäksi animointiin on olemassa muutama muu lähestymistapa, joita voidaan pitää edistyneempinä, mutta ovat suhteellisen yleisiä liikkeenkaappausdatan animoinnin yhteydessä. Sovelluksesta riippuen voidaan käyttää joko ei-lineaarista animaatiota tai prosessuaalista animaatiota. Useat ihmiset mieltävät ei-lineaarisen animaation paljon avarakatseisemmaksi tyyppiä kerroksittaisessa animaatioissa, koska animaattori työskentelee erillään olevilla datan leikkeillä tai kerroksilla.

Kerroksittainen animaatio on animaation menetelmä, joka mahdollistaa animaattorin työskentelyn erillään olevilla tasoilla tai "kerroksilla", jotka ovat toisistaan riippumattomia, mutta yhdistettynä toisiinsa muodostavat uniikin uuden animaation. Ei-lineaarinen animaatio on animaation menetelmä, joka mahdollistaa animaattorin muuttaa yhtä tai useampaa animaatiota erillisistä lähteistä luodakseen uuden animaation. Animaattori voi yhdistää, muokata, skaalata tai uudelleensiirtää yhden tai useamman animaation osioita, kun on luomassa uutta. Prosessuaalinen animaatio on animaation menetelmä, jossa fysiikan lait tai matematiikka ottavat vallan ja määräävät animaation ulkomuodon. (Liverman 2004, 11.)

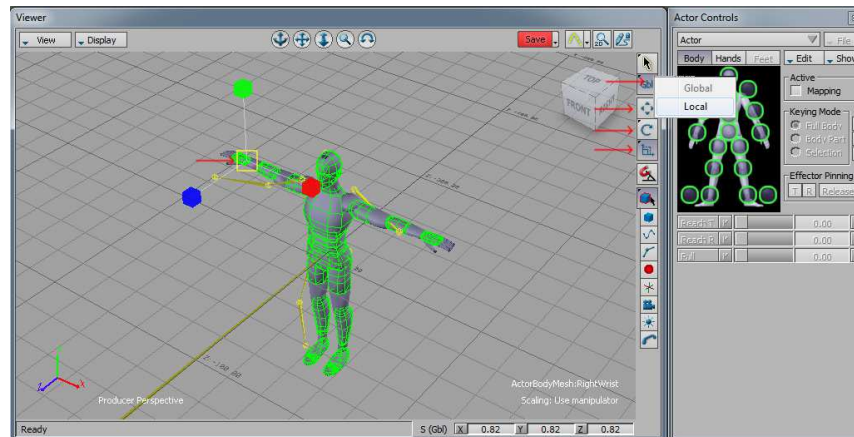
Liikkeenkaappauksen tiedostojen kanssa työskennellessä animaattori tulee todennäköisesti käyttämään useampaa lähestymistapaa, jollei kaikkia, jossain vaiheessa työtä. Tärkeä huomio liikkeenkaappausdatassa on, että kun data on kaapattu suorana sarjana, keyframe on asetettu jokaiseen kehykseen. Teknisesti myös kehyksien välillä on keyframeja, joten animaattorin ei pidä lähestyä liikkeenkaappauksen editointia samalla tavalla kuin kokonaan keyframetettua animaatiota. (Liverman 2004, 11.)

6 LIIKKEENKAAPPAUSDATAN SIIRTO 3D-HAHMOON

Kun liikkeenkaappaus on suoritettu ja data puhdistettu ja editoitu lopulliseen muotoonsa, on seuraavaksi vuorossa liikkeenkaappausdatan siirtäminen kolmiulotteiseen hahmoon. Ensimmäiseksi tulee määrittää, miten data suhtautuu hahmon luurankoon, eli miten data käyttäytyy luurangon eri liikkeissä. Tämän tekemiseen on useita tapoja. (Kitagawa & Windsor 2008, 43.):

Marker-datan tapauksessa markerit täytyy määrittää luurangon niveliin joko suoraan tai epäsuorasti väliluurankoa käyttämällä. Suoraa tapaa käyttämällä markerit tuodaan esimerkiksi Maya-ohjelmaan ja asetetaan suoraan luurangon niveliin oikeille paikoilleen. Epäsuorassa tavassa markerit tuodaan MotionBuilderiin ja asetetaan ne luurankoon väliluurangon kautta, jota kutsutaan Actoriksi. (Kitagawa & Windsor 2008, 43.):

Ensimmäisenä luuranko asetetaan T-asentoon (kuva 26) ja yhdistetään se käytettävään liikkeenkaappausdatan hahmoon, joka myöskin on asetettu T-asentoon. Jos käytettävänä on suora tapa ilman väliluurankoa ja luuranko on pienempi tai isompi, kuin datan hahmo, luurangon koko pitää muuttaa kaappausdataan sopivaksi. Epäsuorassa tavassa väliluurangon koko muutetaan dataan sopivaksi. Toiseksi, kumpaa tahansa tapaa käytettäessä käytettävälle ohjelmalle tulee kertoa, mitkä markerit ovat yhdistettyinä mihinkin luurangon segmentteihin. Toisin sanoen, mitkä markerit liikkuvat ja pyörittävät mitäkin niveliä ja minkä nivelien mukaan markerit liikkuvat. Viimeiseksi markerit uudelleenkohdistetaan valmiin kolmiulotteisen hahmon luurankoon. (Kitagawa & Windsor 2008, 43.)



KUVA 26. T-asento (Schwind 2011)

Suorassa tavassa tulee huomioida muutama kohta, joissa voi helposti syntyä ongelmatilanteita. Ensimmäisenä siirrettävän liikkeenkaappausdata-luurangon jokainen nivel on nimettävä identtisesti yhdistettävän luurangon nivelien kanssa. Muuten liikkeen yhdistäminen ei onnistu. Toinen huomioon otettava kohta on nivelien lokaalit pyörimisakselit. Jos siirrettävän luurangon pyörimisakselisto on määritetty eri akseliston mukaan, kuin kohdeluurangon, nivelten pyöriminen ei tule näyttämään loogiselta. (Kitagawa & Windsor 2008, 44.)

7 LIIKKEEN RENDERÖINTI

Kun hahmon liikkeit on onnistuneesti saatu siirrettyä liikkeenkaappausdatasta kolmiulotteiseen hahmoon, seuraavana vuorossa on itse työn renderöinti. Renderöinnissä virtuaalinen kamera ”videoi” luodun liikkeen luomalla yksittäisen kuvan jokaisen kohtauksen framesta. Jokaisella kuvalla on nimi ja numero, jotta pystyy seuraamaan, mitkä frameet on jo renderattu.

Ennen lopullisen korkealaatuisen renderauksen tekemistä on hyvä ensin tehdä testirenderaus huonommilla asetuksilla. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvan resoluutio asetetaan alhaisemmaksi, esimerkiksi 50 % lopullisesta resoluution tasosta. Testirenderöinti tehdään sen vuoksi, että ennen lopullisen renderöinnin tekoa voidaan tarkistaa valaistuksen, tekstuurien, kameran, liikkeiden ja muiden animaation elementtien oikein toimiminen (kuva 27). Testirenderöinnissä tulee lähes aina ilmi joitain kohtia, joita tulee parantaa ja täten säästää paljon renderöintiäikää, joka kuluisi korkealaatuisen resoluution renderöinnissä. Testirenderöintejä tehdään niin kauan, kunnes kaikki virheet on korjattu ja voidaan renderöidä korkealla resoluutiolla. (Kitagawa & Windsor 2008, 45.)



KUVA 27. Renderöinnin vaiheita (CGMeetup 2014)

Kun korkealaatuinen renderöinti on valmis, tallennetut kuvat tuodaan videoeditointiohjelmaan, jossa erilliset kuvat liitetään yhteen ja luodaan yhtenäinen kohtaus liikkeestä. Animaation tyypistä riippuen tässä vaiheessa liikkeeseen synkronoidaan myös äänet, esimerkiksi puheen ääni synkronoidaan suun liikkeiden mukaan. Kun kuvat ja äänet on synkronoitu yhteen, saadusta animaatiosta tallennetaan elokuvatiedosto. Tässä elokuvatiedostossa on koottuna yhteen kaikki elementit liikkeenkaappauksen työstä ja on valmis animaatio. (Kitagawa & Windsor 2008, 46.)

Kuvassa 28 esitetään animaation eteneminen kuvakäsikirjoituksesta sommittelun ja animoinnin kautta lopulliseen versiointiin. Kuvista huomataan, miten lopputuloksessa esimerkiksi henkilön katse ja ilme ovat muuttuneet alkuperäisestä kuvakäsikirjoituksesta.



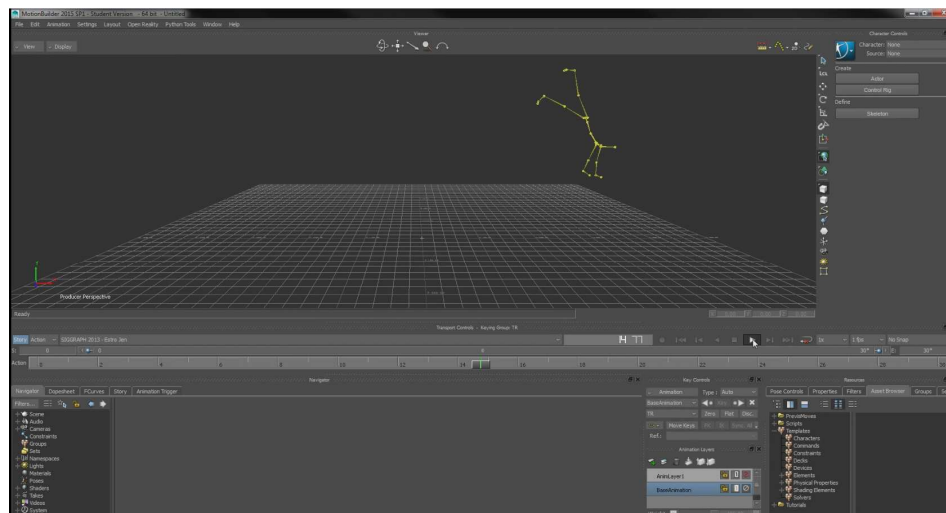
KUVA 28. Animaation vaiheet (CGBros 2013)

8 CASE: LIIKKEENKAAPPAUSANIMOINTIA MOTIONBUILDERILLA

8.1 Testaus käytännössä

Liikkeenkaappausdatan liittämistä 3D-mallinnettuun hahmoon testattiin MotionBuilder-ohjelmalla. Alkuperäisenä suunnitelmana oli kuvata liikkeenkaappausdata koulun liikkeenkaappausjärjestelmällä. Liikkeenkaappauskamerat asennettiin kasaan, mutta itse liikkeenkaappausohjelman lisensistä ei ollut tietoa ja myöhemmin liikkeenkaappausjärjestelmän valmistajalta, OptiTrackilta, saadun vastauksen myötä kävi ilmi, että lisenssi oli vanhentunut. Tässä vaiheessa oli muutenkin jo liian myöhäistä aloittaa liikkeen kuvauksia, sillä datan puhdistamiseen ja kaiken muun siihen liittyvän opetteluun olisi mennyt liikaa aikaa, jota ei ollut. OptiTrackin kotisivuilta ladattiin valmis liikkeenkaappausdata, joka oli valmiiksi puhdistettu.

OptiTrackin sivuilta ladatussa tiedostossa oli mukana kahden eri tiedostotyyppisen liikkeenkaappausdatan lisäksi tiedosto, jossa oli jo liitettyä 3D-hahmo dataan. YouTube-sivustolta löytyi hyvä moniosainen opas, jossa ohjeistettiin, miten liikkeenkaappausdata avataan MotionBuilderissa, kuinka siihen liitetään control rig ja lopuksi kuinka mallinnettu hahmo liitetään dataan. Control rig mahdollistaa liikkeenkaappausdatan muokkaamisen IK/FK:n avulla. Valmis liikkeenkaappausdata on liike rullaluistelijasta, joka tekee temppuja rullaluistelurampilla (kuva 29). Itse liikkeen liittäminen hahmoon oli suhteellisen yksinkertaista ja nopeaa eikä vaatinut useaa työvaihetta.



KUVA 29. Liikkeenkaappausdata

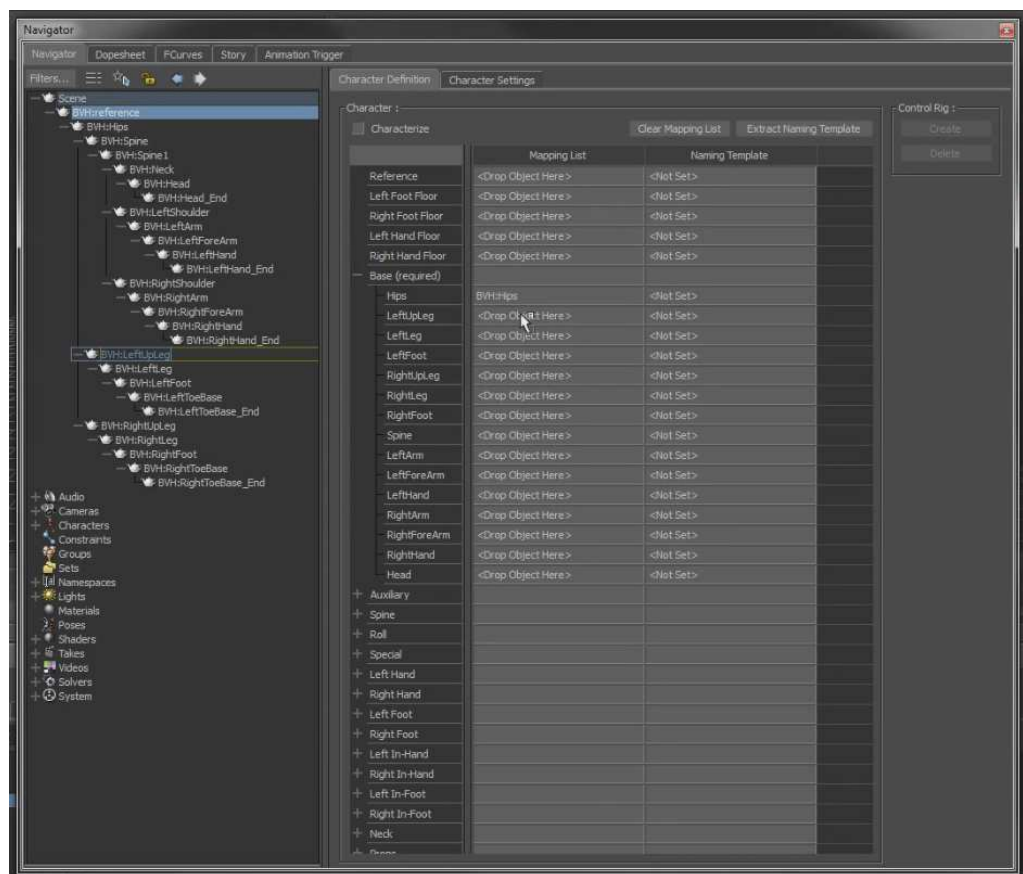
Ensiksi MotionBuilderiin haetaan haluttu data ja esiin tulevassa ikkunassa tarkistetaan, että aloitusaika on asetettu nolleen, jotta liike alkaa heti alusta. Jos tiedetään, että liike alkaa vasta myöhemmin, voidaan se säätää jo tässä. Esiin tulee hahmon luuranko, ja aloitus-nappia painamalla hahmo tekee liikkeenkaappausjärjestelmällä kuvatun liikkeen. Ensimmäisenä luuranko ”characterisoidaan”, eli dataan liitetään character-henkilöhahmo, joka löytyy MotionBuilderin Assets Browser-valikosta (kuva 30). Character tiputetaan työskentelyikkunaan, jolloin datan luurangolle muodostuu henkilöahmo, jolle määritetään nivelien ja datapisteiden oikeat paikat. Tässä vaiheessa characterin voi nimetä halutun nimiseksi, jotta se löytyy myöhemmin helpommin.

Henkilöhahmon määrittäminen tapahtuu alhaalla olevalta character definition-välilehdeltä, joka löytyy työskentelyikkunan alareunassa olevasta navigator-ikkunasta. Character definition-välilehdessä on listattuna henkilöahmon ruumiinosat, joihin linkitetään datassa olevat datapisteet. Listassa löytyy kohta ”Base (required)”, joka on ainoa pakollinen täytettävä kohta, muut ovat vaihtoehtoisia, jotka voi täyttää, jos datasta löytyy näitä vastaavat kohdat. Navigator-ikkunan vasemmalla reunalla löytyy työskentelyikkunan Scenen sisältö, liikkeenkaappausdata BVH:reference, ja tämä osio laajennettuna näyttää luurangon ruumiinosiot. Osioista haetaan listaa vastaavat nimet ja vedetään oikeille kohdilleen (kuva 31). Ikkunasta valitaan valinta

”Characterize”, jolloin control rigin luominen tulee mahdolliseksi, joten klikataan ”Create” Control rig -otsikon alapuolelta. Lisävalintaikkunasta valitaan FK/IK, jotta luurankoa voi muokata keyframingilla halutessaan. (The CGBros 2011.)



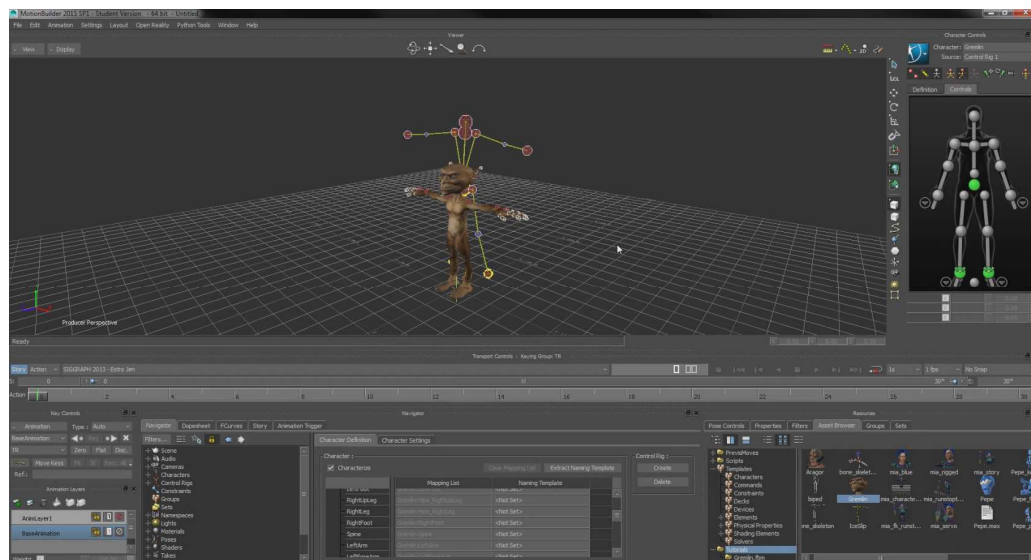
KUVA 30. Asset Browser



KUVA 31. Character Definition

Tässä vaiheessa luurangolla näkyy palloina pisteet, jotka listassa määritettiin, eli luurangolla on nyt control rig. Aikajanan päälle laittaminen ei vielä näytä animaatiota luurangolla, koska tässä vaiheessa henkilöhahmoon on vasta määritetty liikkuvat pisteet, mutta ne eivät ole vielä käytössä. Ne saadaan käyttöön valitsemalla oikeassa reunassa olevan esikatseluhahmon yläpuolelta control rigin source noneksi, eli lähteenä ei ole mikään control rig. Tämän jälkeen avataan vieressä oleva sininen logo ja valitaan Bake (Plot) valikon alta Body Partin kolme pistettä. Tämä avaa asetusvalikon, joka lisää sisällön, eli animaation, luurangolle uuteen control rigiin, johon määritettiin ruumiinosat. Ikkunan yläreunasta valitaan ”Plot All Takes” ja klikataan Plot. Tämän jälkeen luurangolle on lisätty liikkeenkaappausdatan animaatio.

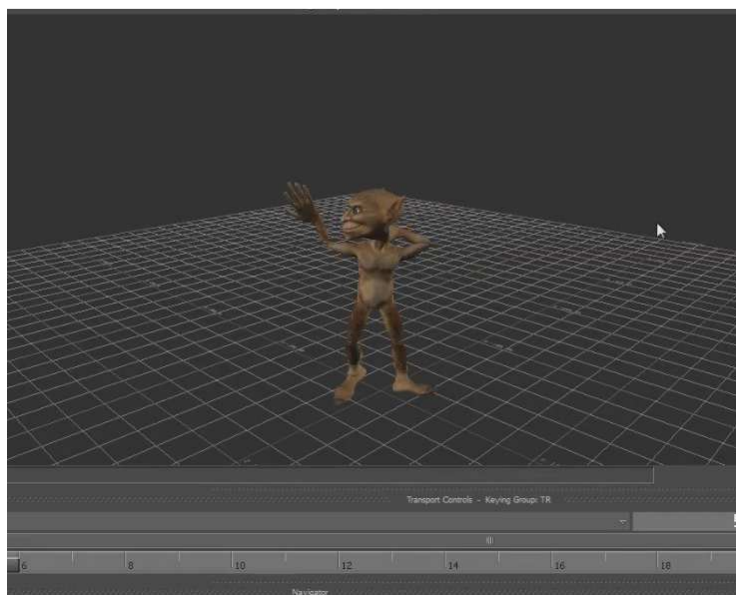
MotionBuilderista löytyy valmiita esimerkkihahmoja asset browserista Tutorials-valikon alta. Valikosta voi valita jonkun hahmon ja vetää se työskentelyikkunaan (kuva 32). Oikeasta ylävalikosta kohdasta ”Character controls” valitaan hahmoksi juuri lisätty hahmo ja liikkeen sourceksi valitaan listasta luurangolle luotu character rig, joka löytyy sillä nimellä, millä se aiemmin on nimetty (kuva 33). Kun liikkeen lähde on valittu, hahmo liikkuu nyt liikkeenkaappausdatan liikkeen mukaisesti (kuva 34). Jos halutaan lisätä useampi hahmo, niillekin saadaan sama liike liitettyä valitun hahmon sourceen kautta.



KUVA 32. Gremlin-hahmon lisäys



KUVA 33. Character Controls



KUVA 34. Animoitu Grenlin

8.2 Työn analysointi

Tämä tehty työvaihe liikkeenkaappauksen hyödyntämisestä animoinnissa oli suhteellisen yksinkertainen ja nopea tehdä. Käytettäessä valmista liik-

keenkaappausdataa sekä valmista 3D-hahmoa animoinnissa jäi kaikki aikaaviemimmät sekä tarkkuutta vaativimmat työvaiheet tekemättä. Esimerkiksi heti liikkeenkaappausdatan kuvaamisen jälkeen on erittäin tärkeä työvaihe, jossa puhdistetaan kuvattu data. Kuvattu liike ei välttämättä ole ihan täysin ”puhtaan” näköinen, mikä johtuu esimerkiksi markkereiden piiloutumisesta kuvauksen aikana vaikkapa näyttelijän itsensä taakse. Datan puhdistuksessa liike korjataan mahdollisimman sulavan ja realistisen näköiseksi.

On tärkeää, että liikkeenkaappausdatassa on ainakin yhdessä framessa selvä T-asento, jotta data voidaan yhdistää hahmon pisteisiin. Liikkeen kuvaaminen onkin syytä aloittaa kuvatun henkilön T-asennosta, ettei tätä tarvitse etsiä datan keskeltä. Vaikka tehty työvaihe valmiilla datalla ja mallilla oli kovin yksinkertainen, niin silti se antaa ymmäryksen siitä, miten tarkkaa animaation liittäminen dataa on. Suurin huomio tulee kiinnittää jo alkuvaiheessa datan kuvaukseen, jotta liikkeet tulevat mahdollisimman puhtaasti, ettei käsin tehtyä puhdistusta tarvitse tehdä paljoa. 3D-hahmossa täytyy olla tarkkana osien nimeämisessä, jotta hahmo liikkuu oikein.

9 YHTEENVETO

Animaatioelokuvan tekeminen ”puhtaalta pöydältä” ilman liikkeenkaappausta on erittäin vaativaa, rankkaa ja aikaavievää työtä. Elokuvan tekeminen vie vuosia, vaikka projektin parissa työskentelevät useat alan ammattilaiset. Animaation tekemisen aikana ei kannata oikoa ja jättää työvaiheita välistä, sillä lopputuloksesta tulee helposti huolimattoman näköinen ja se saattaa sisältää epäloogisia liikkeitä tai kamerakulmien muutoksia. Vaiheiden seuraaminen säästää loppuvaiheesta virheiden määrää, eikä aikaa kulu hukkaan turhien virheiden korjaamiseen.

Liikkeenkaappauksesta voi olla paljon hyötyä animaatiossa. Esimerkiksi elokuvaan ja peleihin hahmoille saadaan paljon realistisemmat ja paremmat liikkeet aikaiseksi, kun pohjana käytetään liikkeenkaappauksella kuvattua liikedataa. Kaikkiin projekteihin se ei sovi, sillä liikkeenkaappaustekniikka vaatii pääomaa, liikkeiden suorittamiseen tarvitaan alan ammattilaisia (esimerkiksi tanssiliikkeeseen tanssin ammattilaisia sekä urheilusuorituksiin urheilijoita), iso tila liikkeiden kuvaamiseen sekä kuvaustekniikasta riippuen tietokoneita tai muita laitteita. Jos liikkeenkaappaus suoritetaan huonoilla välineillä ja näyttelijöillä, käytettävästä datasta ei tule hyvää ja täten animaatiosta voi tulla erittäin keho.

Liikkeenkaappaus voi helpottaa animaattorin työmäärää, mikä toisaalta voi luoda uhkakuvan animaattoreiden töiden vähenemiselle sekä heidän aiheettomuuteen. Animaattoreiden avulla kuitenkin liikkeenkaappausdatasta saadaan luotua paljon yksityiskohtaisempi ja viimeistellympi lopputulos. Liikkeenkaappauksella kuvatut liikkeet ovat realistisempia, kuin animaattoreiden alusta asti itse luotuina. Vaikka liikkeenkaappaus on suhteellisen uusi teknologia, sitä käytetään yhä enemmän teknologian kehittyessä ja se tulee olemaan todennäköisesti tulevaisuudessakin suuressa osassa animointia. Täten animaattoreiden tulisi hyödyntää tätä teknologiaa parhaansa mukaan eikä pelätä, että se syrjäyttäisi heidät.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Kitagawa, M. & Windsor, B. 2008. MoCap for Artists. USA: Elsevier.

Liverman, M. 2004. The Animator's Motion Capture Guide: organizing, managing, and editing. USA: Charles River Media.

Parent, R. 2008. Computer Animation: Algorithms and Techniques. USA: Elsevier.

Elektroniset lähteet:

Flip. 2012. Why do animators hate Motion Capture? [viitattu 17.3.2014].

Saatavissa:

<http://flipanimation.blogspot.fi/2012/11/why-do-animators-hate-motion-capture.html>

FS film. 2012. Hobitit tuo Suomeen uuden HFR 3D -tekniikan. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <http://www.leffatykki.com/uutiset/403699>

MetaMotion. 2014. Motion Capture – Why use it? [viitattu 17.3.2014].

Saatavissa: <http://www.metamotion.com/motion-capture/motion-capture-why.htm>

Pritzel, S. 2011. Character Animation: Skeletons and Inverse Kinematics. [viitattu 15.3.2015]. Saatavissa: <https://software.intel.com/en-us/articles/character-animation-skeletons-and-inverse-kinematics>

Sanders, A.-L. 2015. Inverse Kinematics. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: http://animation.about.com/od/glossaryofterms/g/def_inversekine.htm

Shaver, A. 2011. History of 3D Animation. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: http://multimediamcc.com/old-students/ashaver/3d_history.html

The CGBros. 2011. MotionBuilder Speed Tutorial. [viitattu 16.3.2015]
Saatavissa: https://youtu.be/mt5FMBu_AHQ

Kuvat:

Abbott, K. 2014. How we made Wallace and Gromit. [viitattu 14.3.2015].
Saatavissa: <http://www.theguardian.com/tv-and-radio/2014/mar/03/how-we-made-wallace-and-gromit>

Ancomthe. 2012. Download game motion capture fbx download. [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa: <http://faumburlos-less49.soup.io/post/381088976/Download-game-motion-capture-fbx-download>

BlinkBoy. 2004. In-depth Animation Tutorial [3ds max]. [viitattu 14.3.2015].
Saatavissa: <http://www.hiveworkshop.com/forums/3d-modeling-tutorials-282/depth-animation-tutorial-3ds-max-123520/>

CGBros. 2012. CGI 3D Breakdown HD: "Progression of an Animated Shot" - Disney's Tangled by Jamaal Bradley. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: https://youtu.be/l-S7wQx_hvs

CGBros. 2013. CGI 3D Animation Progression HD: "IGA Aide Gourmet Spot" by SHED. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: https://www.youtube.com/watch?v=ZM_c7n-7EVU

CG Meetup. 2014. Making of Raccoon Dance Party. [viitattu 16.3.2015].
Saatavissa: <http://www.cgmeetup.net/home/making-of-raccoon-dance-party/>

CG Meetup. 2014. Making of Smaug by Weta Digital. [viitattu 14.3.2015].
Saatavissa: <http://www.cgmeetup.net/home/making-of-smaug-by-weta-digital/>

Cronin, C. 2014. Classical MoCap Part 2: Systems and Applications of Motion Capture. [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa: <http://stringvisions.ovationpress.com/2014/10/classical-mocap-part-2/>

Hide, V. 2013. Lucasfilm Shifting Video Game Assets Into Movie Production. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <http://www.starwars7news.com/2013/09/lucasfilm-shifting-video-game-assets.html>

lawanimation. 2012. Edward Muybridge. [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa: <http://lawanimation.wordpress.com/2012/10/15/edward-muybridge/>

ITDL. 2009. Setup. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <http://itdl.darton.edu/mocap/setup.html>

Jagernauth, K. 2015. Pixar President Says 'Toy Story 4' Will Be A "Romantic Comedy" Not Tied To The Trilogy. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <http://blogs.indiewire.com/theplaylist/pixar-president-says-toy-story-4-will-be-a-romantic-comedy-not-tied-to-the-trilogy-20150305>

Jarjous, K. 2009. Movie Review: Disney-Pixar's Up (in 3D). [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <http://blog.jarofjuice.com/2009/06/movie-review-disney-pixars-up-in-3d/>

Madagascar. 2005. Pixar. [viitattu 14.3.2015]. Elokuva.

Nicholas & Nick. 2010. Etienne Jules Marey. [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa: <http://nickgarrettfeed-noise.blogspot.fi/2010/09/etienne-jules-marey.html>

Pitzel, S. 2011. Character Animation: Skeletons and Inverse Kinematics. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <https://software.intel.com/en-us/articles/character-animation-skeletons-and-inverse-kinematics>

Pitzel, S. 2012a. Using Aim Constraints to Focus Eyes. [viitattu 24.3.2015]. Saatavissa: <https://software.intel.com/en-us/articles/using-aim-constraints-to-focus-eyes>

Pitzel, S. 2012b. Using Orient Constraints to Focus Eyes. [viitattu 24.3.2015]. Saatavissa: <https://software.intel.com/en-us/articles/using-orient-constraints-to-focus-eyes>

Robertson, B. 2001. Medieval Magic. [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa: <http://www.cgw.com/Publications/CGW/2001/Volume-24-Issue-4-April-2001-/Medieval-Magic.aspx>

Roye, S. 2014. The Penguin of Madagascar Goodnight and Good Chuck Full Episode. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <https://youtu.be/5eS-GTdS7ikE>

Sanchez, D. 2014. MONSTRUOS S.A. Completísima joya. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <http://www.zonazhero.es/monstruos-s-a-completisima-joya/>

Schwind, V. 2011. Biped Motion-Capturing for 3ds max with the Kinect (1). [viitattu 24.3.2015]. Saatavissa: <http://www.vali.de/archives/938>

Signals Media Arts Centre. 2014. Part 2 of Classic movie scenes: before and after special effects. [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa: <http://signalsmediaartscentre.flavors.me/#signals-media-arts-centre>

Titech. 2005. MOCAP. [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa: <http://www.img.cs.titech.ac.jp/agent/mocap>

Wallace & Gromit. 2015. A Grand Day Out. [viitattu 14.3.2015]. Saatavissa: <http://www.wallaceandgromit.com/about/>

