



Veasna Heng

## Kasvojen liikkeenkaappaus

Kasvojen liikkeenkaappaus realistisessa kasvoanimaatiossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi

Viestintä

Opinnäytetyö

20.05.2021

## Tiivistelmä

Tekijä: Veasna Heng  
Otsikko: Kasvojen liikkeenkaappaus  
Sivumäärä: 32 sivua + 1 liite  
Aika: 20.05.2021

Tutkinto: Medianomi  
Tutkinto-ohjelma: Viestintä  
Suuntautumisvaihtoehto: 3D-animointi ja visualisointi  
Ohjaaja(t): Lehtori Peke Huuhtanen

---

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kasvojen liikekaappausta, sen kehitystä vuosien saatossa sekä sen käyttöä apuvälineenä tuottamaan realistisempaa sekä uskottavampaa performanssia luotuihin 3D-hahmoihin.

Opinnäytetyön projektiosuudessa käydään läpi hahmon valmistelu kasvojen liikekaappausta varten, liikekaappauksen vaiheet sekä liikekaappauksesta saadun animaation manuaalinen korjaus valmiiseen animaatioon. Projektissa on käytetty omaa hahmoa, joka on luotu täyttämään mahdollisimman paljon ominaisuuksia tarkemman liikekaappauksen taltioimiseen.

Opinnäytetyössä päädyttiin siihen johtopäätökseen, että realististen hahmojen tekeminen vaatii paljon työtä ja, että kasvojen liikkeenkaappaus on hyödyllinen apuväline kasvoanimaatioissa.

Avainsanat: Kasvojen liikkeenkaappaus

## **Abstract**

Author: Veasna Heng  
Title: Title of the Thesis  
Number of Pages: 32 pages + 1 appendices  
Date: 20 May 2021

Degree: Bachelor of Culture and Arts  
Degree Programme: Media  
Specialisation option: 3d Animation and Visualization  
Instructor: Peke Huuhtanen, Senior Lecturer

---

This thesis deals with facial motion capture, its development over the years, and its use as an aid to produce a more realistic and credible performance for created 3D characters.

In the project part of the Thesis, we go through the character preparation for the facial motion capture, the stages of the facial capture and the manual fixing of the animation received from the motion capture software for the final animation. In this project I have used my own character that has been designed to fulfil as much of properties for more accurate recording of the motion capture data.

In conclusion: making realistic characters for facial animation takes time, but it is considered to be very useful for facial animations.

Keywords: Facial Motion Capture

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Liikkeenkaappaus	2
2.1	Tekniikat	2
2.1.1	Optinen liikkeenkaappaus	2
2.1.2	Ei-optinen liikkeenkaappaus	3
2.2	Historiaa	4
2.2.1	Ensiaskleet kohti liikkeenkaappausta	4
2.2.2	Weta Digitalin innovaatiokehitykset	5
2.2.3	Kasvojen liikkeiden kaappaaminen	8
3	Kasvojen anatomia artisteille	9
3.1	Kulmien liikkeet	10
3.2	Silmäluomet	11
3.3	Suun alue	13
4	Projektityö	15
4.1	Hahmo ja kasvoanimaatiojärjestelmän suunnittelu	15
4.2	Videokuvaa kaappausta varten	19
4.3	Seurantaprofiilin teko	20
4.4	Uudelleen kohdistamisprofiili	23
4.5	Animaation siirtäminen yhdistettyyn studioon	27
5	Yhteenveto	31
	Lähteet	33
	Liitteet	36
	Projektityön valmis animaatio	36

# 1 Johdanto

Kun on kyse ihmisistä, olemme asiantuntijoita tunnistamaan kasvoja ja tulkitsemaan tunnetiloja päällisin puolin. Tietokonegrafiikallakin tuotetut hahmot ovat viimeisen kahdenkymmen vuoden aika kehittyneet niin fotorealistisiksi, että välillä on vaikeaa erottaa niitä oikeasta. Yksi tekijä kehityksen taustalla on kehon ja kasvojen liikkeenkaappaus.

Opinnäytetyön aiheena on kasvojen liikkeenkaappaus animaation apuvälineenä. Projektityöosuudessa suunnitellaan liikkeenkaappaukseen optimoitu hahmo ja opetellaan liikkeenkaappaus työprosessihahmolle. Liikkeenkaappaukseen käytetään Dynamixyz Performer -ohjelmaa, joka on kaupallinen markkeriton kasvojen liikkeenkaappausohjelma, jota on käytetty mm. *Marvel*-elokuvien *Hulkiin*.

Ennen projektiosuutta käydään läpi liikkeenkaappauksen historiaa ja kasvojen anatomiaa artisteille. Liikkeenkaappauksen historialuvussa kerrotaan, kuinka sen tekniikka on kehittynyt vuosien saatossa elokuva-alalla. Ja anatomialuvussa käydään läpi olennaisia asioita, joita pitää ottaa huomioon realistisen kasvoanimaatiojärjestelmän luonnissa liikkeenkaappausta varten.

Tutkimuksen tarkoituksena on oppia liikkeenkaappausprosessi ja suunnitella yksinkertainen, sekä tehokas kasvoanimaatiojärjestelmä realistista animaatiota varten. Olen myös kiinnostunut siitä, kuinka paljon jälkityöstöä raaka liikkeenkaappausdata vaatii valmiiseen tuotokseen.

## 2 Liikkeenkaappaus

Liikkeenkaappaus on prosessi, jossa henkilön tai jonkin objektin liike taltioidaan digitaaliseksi dataksi, jota voidaan käyttää esimerkiksi digitaalisten hahmojen animoimisessa.

Motion capture (mocap) is the process of recording the movement of objects or people. The technology originated in the life science market for gait analysis but is now used widely by VFX studios, sports therapists, neuroscientists, and for validation and control of computer vision and robotics. (Vicon 2021.)

### 2.1 Tekniikat

Liikkeenkaappaustekniikat, joita yleisemmin käytetään viihdealalla, ovat optinen- ja ei-optinen liikkeenkaappaus.

#### 2.1.1 Optinen liikkeenkaappaus

Optinen liikkeenkaappaus tarkoittaa kamerapohjaista liikkeen taltiointia, jossa näyttelijään asetettuja markkereita seurataan infrapunakameroilla. Kameran on aseteltava tilaan niin, että ne kattavat mahdollisimman suuren osan näyttelyalueesta. Kameran lähettävä infrapunavaloa kohdennettuun tilaan, josta heijastavat markerit heijastavat valon takaisin kameroihin. Markerit sijoitetaan kehon taivekohtiin ja muihin selkeisiin ruumiinosiin, joista pystyisi kartoittamaan näyttelijän anatomisen ruumiinrakenteen mittasuhteet (Kuva 1). Optisissa systeemeissä kameroiden lukumäärä vaihtelee, mutta yleisesti systeemeissä hyödynnetään 2-48 kameraa (Mäkelä 2020, 4). Pallon muotoisten markkerien käyttö on yleisintä optisissa systeemeissä, sillä niillä saadaan markkerien todellinen keskipiste seurattua (GearSport 2018).

Optinen liikkeenkaappaus jakautuu kahteen alakategoriaan: passiiviseen ja aktiiviseen, joista passiivisella tarkoitetaan aiemmin mainitusti heijastavan materiaalin käyttöä markkereissa. Aktiivisilla markkereilla tarkoitetaan infrapunaspäristä valoa lähettäviä LED-markkereita. Sen sijaan, että markerit

heijastaisivat kameroiden valoa, ne lähettävät omaa valo kameroille. Hyöty ja syy aktiivisten markkerien kehittämiseksi on niiden tarkkuus ja mahdollisuus kuvata ulkotiloissa kirkkaassa päivänvalossa ilman yleisesti käytettyjen kuvausvalojen tai muiden kaappausdataa häiritsevien asioiden väliintuloa (Broughall 2016).



Kuva 1. Näyttelijä Benedict Cumberbatch näyttelemässä Smaug hahmoa Hobitti - Smaugin autioittama maa -elokuvassa optisessa liikkeenkaappauspuvussa (Warner Bros 2021)

### 2.1.2 Ei-optinen liikkeenkaappaus

Ei-optisella liikkeenkaappauksella tarkoitetaan sensoripohjaisia tapoja taltioida liike, jossa kehoon kiinnitetyt inerttiset sensorit havaitsevat erilaista liikedataa kuten liikekiihtyvyyttä ja asentoja (Kuva 2). Sensorit yleensä sisältävät gyroskooppeja, liikekiihtyvyyssmittareita ja magnetometrejä, ja ne toimivat yleensä bluetooth- tai Wi-Fi-yhteyden kautta tietokoneeseen. (Gear Sports 2021.)

Ei-optinen systeemi sallii paikkaan sitomattoman liikkeenkaappauksen, mikä antaa näyttelijälle enemmän vapautta ilman rajattua tilaa, sillä se ei tarvitse optiseen liikkeenkaappaukseen tarkoitettuja kameroita. Tämä mahdollistaa

esim. ahtaammissakin paikoissa tai ulkotiloissa kuvaamisen ilman liikkeenkaappausnäyttämön asettamista.

Kun on kyse tarkkuudesta, optinen liikkeenkaappaus näkee fyysisesti jokaisen markkerin ja havaitsee pienemminkin liikkeen verrattomalla tarkkuudella. Ei-optisesta liikkeenkaappauksesta puuttuu absoluuttinen paikannus, jonka vuoksi sen on käytännössä mahdotonta vastata optisen menetelmän tarkkuuteen. (Gear Sports 2021.)



Kuva 2. Xsensin inerttiset liikkeenkaappauspuvut. (Reallusion 2021)

## 2.2 Historiaa

### 2.2.1 Ensiaskleet kohti liikkeenkaappausta

Liikekaappauksen juuret ulottuvat vuoteen 1915, kun Max Fleischer keksi rotoskooppauslaitteen, jolla pystyi jäljittämään näytellyn filmin liikkeet oppaiksi



animoituihin liikkeisiin. Tätä tekniikkaa hän käytti Ko-Ko-klovniin *Out of the inkwell*- piirrossarjassa saadakseen sulavaa sekä realistista liikettä hahmoihin. (Britannica.com 2021.)

Vuonna 1983 Massachusettsin teknillisessä korkeakoulussa Delle Rae Maxwell tutki optista keinoa saadaa liikekaappausta *Graphical Marionette* -nimisessä tutkimuksessa, jossa Maxwell käytti infrapunavaloja kiinnitettynä näyttelijän asuun, taivekohtiin tai muihin selkeisiin kohdeindikaattoreihin, joita kaksi erikoista sensorikameraa pystyi jäljittämään ja seuraamaan (Maxwell 1983; Baker 2020). Metodit, joita hän käytti saadakseen merkkien kordinaatit 3D-ulottuvuuteen, olivat liikkeenkaappauksen kannalta alaa mullistavia asioita. Tämä optinen liikekaappaustekniikka on säilynyt nykypäivään saakka vaikkakin hieman kehittyneemmässä muodossa. Useilla nykypäivän optisilla kaappaustekniikoilla on samanlainen periaate: seurata markkereita kameroiden avulla ja saada markkerien data siirrettyä animoitaviin hahmoihin.

### 2.2.2 Weta Digitalin innovaatiokehitykset

Liikkeenkaappauksen harppaukset, joita tulen esittämään jatkossa tässä luvussa, ovat Weta Digitalin studion kehittämiä innovaatioita viimeisen kahdenkymmen vuoden ajalta, sillä Wetalla on ollut ja on edelleenkin suuri rooli liikkeenkaappauksen innovaatiokehityksissä.

Liikkeenkaappauksen käyttö elokuva-alalla on melko nuori: noin kaksi vuosikymmentä. Vaikka 2000-luvun alussa oli muutamia elokuvia, jotka hyödynsivät liikkeenkaappausta jollain asteella, maailmanlaajuiselle yleisölle liikkeenkaappaus tuli tutuksi vasta 2002 Peter Jacksonin tuottamassa elokuvassa *Taru sormusten herrasta: Kaksi tornia* (*Lord Of The Rings: The Two Towers*, USA 2002), jossa Weta Digitalin oli päämääränä luoda *Klonkku* -niminen 3D-hahmo, joka olisi vuorovaikutuksissa näyttelijöiden kanssa. Hahmon näyttelemiseen palkattiin näyttelijä *Andy Serkis*, jonka kanssa Weta olisi yhteistyössä useissa tulevissa elokuvissa. (Failes 2019.)



Kuva 3. Andy Serkis optisessa liikkeenkaappauspuvussa ja hänen näyttelemänsä Gollum-hahmo.

Tuotannon kuvauksissa, joissa hahmo oli vuorovaikutuksissa muiden näyttelijöiden kanssa, Serkis näytteli tiukkapuvussa, joka leikattiin jälkikäteen pois kuvasta. Lisäksi Serkis näytteli saman kohtauksen liikkeenkaappausstudioissa optisessa liikkeenkaappauspuvussa, johon oli kiinnitetty passiivisia markkereita, joista saatiin kehon liikkeenkaappaus Klonkulle, joka lisättiin poisleikatun näyttelijän tilalle (Kuva 3).

Kasvojen liikkeenkaappausta alettiin implementoida vuonna 2005 tulleessa King Kong -elokuvassa, jossa Kongia näytelleen Serkiksen kasvoille asetettiin 132 heijastavaa markkeria, jotka kartoitettiin ohjaamaan hahmon kasvoja. Sama optinen tekniikka kuin kehon liikkeenkaappauksessa, mutta kasvoille skaalattuna. Kasvojen liikkeenkaappausotosten aikana Serkiksen täytyi näytellä neliömetrin kokoisella alueella, jotta hänen kasvoistaan saatiin tarkkaa kaappaus. (Failes 2019; Serkis 2017.) Tähän aikaan kasvojen ja kehon samanaikaisesta liikkeen taltioinnista alettiin käyttämään termiä ”performanssin kaappaus”. Moni kuitenkin mieltää liikkeenkaappauksen ja performanssin kaappauksen samaksi asiaksi.

Vuonna 1995 elokuvaohjaaja James Cameron kirjoitti ensimmäisiä versioita menestyselokuvasta *Avatar* (USA, 2009), joka tuli tuotantoon 2005. Syy elokuvan viivästykseen oli yksinkertaisesti se, että 90-luvun teknologia ei ollut tarpeeksi hyvä suoriutuakseen Cameronin konseptin vaatimuksista. Elokuvat, kuten *Taru sormusten herrasta*, *King Kong* ja Disneyn *Pirates of the Caribbean*, olivat kuitenkin vakuuttaneet Cameronin kasvoanimaation tasosta näyteltyjen elokuvien 3D-hahmoissa, joten elokuvan tuotanto sai alkunsa. Elokuvaan kehitettiin näyttelijöiden päihin kiinnitettävät kamerat kasvojen liikkeenkaappaukseen (engl. Head mounted camera, lyh. HMC), joka mahdollisti mm. suuremmalla alueella näyttelemisen ja ratsuilla olemisen (Kuva 4). Ero aikaisempiin tapoihin kaapata kasvojen liike oli käyttää kuviin perustuvaa liikkeenkaappausta. (Elvy 2019; Cameron 2020.)



Kuva 4. Näyttelijä Zoe Saldana Avatarin kuvauksissa HMC kiinnitettynä sekä näyttelemänsä hahmo Neytiri oikealla.

Wetan työskennellessä Hobitti- sekä Apinoiden planeetta -trilogiassa siirryttiin passiivisten markkerien käytöstä aktiivisiin. Hyöty aktiivisten markkerien käytössä esim. elokuvassa *Sota apinoiden planeetasta* (*War of the Planet of the Apes*, Yhdysvallat 2017) oli ulkona ja vaikeissa sääolosuhteissa kuvaaminen, kuten sateessa tai lumimyrskyssä.

### 2.2.3 Kasvojen liikkeiden kaappaaminen

Kuten aiemmin mainittu, kasvojen liikkeenkaappausta on hyödynnetty fotorealististen hahmojen teossa jo vuosia. Liikkeenkaappauksen helpoutta ja realistisuutta edistävää teknologiaa on kehitetty huimaa tahtia, eikä loppua näy. Studiot kuten Digital Domain ja Weta Digital ovat pyrkineet asettamaan uusia standardeja näyttelijöiden performanssin siirtämiseen CGI-hahmoille ja tekemään liikkeenkaappausprosessista parempaa. Hyvänä esimerkkinä toimii mielestäni *Avengers: Infinity War* (Yhdysvallat, 2018) sekä sen jatko-osa *Avengers: Endgame* (Yhdysvallat 2019), joissa Josh Brolinin näyttelemä antagonistiksi ”Thanos” on herätetty eloon fotorealistisuudellaan.

*Infinity War* oli ensimmäinen kerta, jossa Weta käytti ns. ”näyttelijänukkea”, näyttelijästä tehtyä digitaalista kopiota (Kuva 5). Ilmeet sovitetaan ensin näyttelijän digitaaliseen kopioon ennen kuin ne siirretään lopulliseen hahmoon. Täsmäämällä näyttelijän ja hänen digitaalisen kopionsa ilmeet toisiinsa varmistettiin, että siirrettävät ilmeet ovat tarkkoja. (Seymor 2019; Failes 2009.)



Kuva 5. Josh Brolin liikkeet siirrettynä ensin näyttelijä nukkeen ja siitä Thanokseen. Kuvakaappaus näyttelijänuken demonstraatiosta. (Weta Digital 2020)

Vaikka Weta tuottama Thanos-hahmo oli hyvinkin vaikuttava ensimmäisessä osassa, työtä tehnyt tiimi ei ollut tyytyväinen siihen, kuinka Thanoksen suu animoitui automatisoituna. Koska Wetalla ei ollut aikaa implementoida korjauksia vielä ensimmäiseen filmiin, Weta päätyi animoimaan Brolinin suupielien ympärystön käsin ja käytti tilaisuuden elokuvien välillä puuttua edellä mainittuun ongelmaan. (Seymor 2019.)

Kyseisen ongelman ratkaisemiseksi elokuvien välillä keksittiin ”Deep Shapes”-niminen tekniikka. Se oli uusi lähestymiskeino parantaa animaatiota ja kahden Blenshopen välistä lineaarista siirtymää. (Seymor 2019.)

Kun Thanos liikkuu kahden ilmeen välillä, kumpikaan ilme ei muutu, vaan DeepShapes-metodi luo ilmeiden välille hienovaraista yksityiskohtaa. Nämä pienet liikkeet lisäävät ihon alla olevien lihaskudosten liikkeiden tuntua ilman lihassimulaatioiden käyttöä. Efekti on hienovarainen, eikä Weta ole paljastanut täysin, miten se tuottaa niin sanottuja ”syviä muotoja”. (Seymor 2019; Frei 2019.)

### **3 Kasvojen anatomia artisteille**

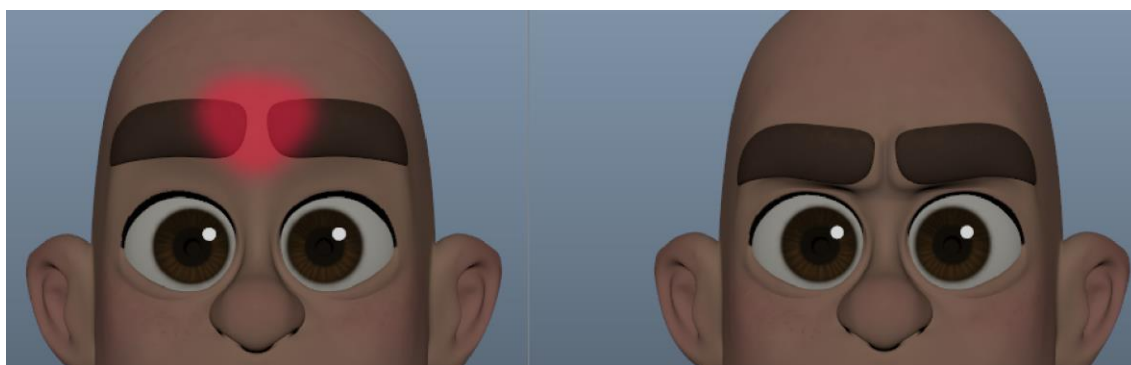
Jotta osattaisiin luoda kasvoille tunnetiloja, on mielestäni tärkeitä tietää mitkä kasvon lihaksista ovat osana ilmeiden luomisessa. Tuntemus kasvojen anatomiasta auttaa kasvoanimaatiojärjestelmän luomisessa, mutta myös kasvojen animoimisessa. Näin ollen suosittelen opiskelemaan kasvojen anatomiaa ja eri tunteiden tulkitsemista myös muualta.

Tässä luvussa käyn läpi tiivistetysti, mitä kasvoanimaatiojärjestelmän tulisi osata tehdä perustuen kasvojen anatomian tietämykseeni kirjallisuuslähteisiin perustuen sekä omien kasvojen havainnollistamisesta.

### 3.1 Kulmien liikkeet

Suurin osa tunteiden ilmaisusta tulee ilmi kasvojen yläosasta: kulmista, silmistä ja silmäluomista. Suun perus huulisynkronia tuo esille puhuvan hahmon, mutta ilman minkäänlaisia eleitä kasvojen yläosassa, hahmo vaikuttaa elottomalta. Kuvitellaan tilanne, jossa puhujalta on peitetty kasvojen yläosa kokonaan. Voimme kuulla ja nähdä hänen puhuvan, mutta emme välttämättä osaa sanoa, mitä hän tuntee sillä hetkellä. Siksi kai sanonta ”silmit ovat sielun peili”.

Kulmakarvoilla on kaksi pääliikettä, ylös-alasliike sekä kulmakarvojen sisäreunojen ”rutistusliike”. Jos mietitään perinteistä vihaista ilmettä, niin useampi meistä ajattelee viistoon menevän viivan, ulkoreunat nostettuna ylemmäs kuin sisäreunat. Totuus on kuitenkin, että kulmakarvat vain rutistuvat ja uppoavat hieman alaspäin keskeltä rypistäjälihaksen ansiosta (Kuva 6). Sama lihas aktivoituu kun teemme mietteliään tai surullisen ilmeen. Tätä voi kokeilla vaikka itse peilistä. Kulmien rutistus on mukana monissa ilmeissä, ja se ilmaisee miettiläisyyttä. Rutistuksen puuttuminen kuvastaa yleisesti ajatuksen puuttumista. (Osipa 2010, 23.)



Kuva 6. Kulmia rypistäessä iho pakkaantuu ja ulkonee hieman eteenpäin.

Toinen kulmakarvoja liikuttava lihas on otsalihas, jonka tarkoituksena on nostaa kulmia ylös (Kuva 7). Kulmakarvojen nosto kuvastaa yleensä valppautta ja äänekkyyttä. Vaikka anatomisesti otsalihas ei pysty liikuttamaan kulmakarvoja alaspäin, on tämä liike yleensä tehty kulmakarvoja nostattavien kontrollien

vastakkaiseen suuntaan. Kulmakarvojen alaspäin menevä liike tapahtuu rutistajalihaksen ja silmien siristyksen epäsuoran vaikutuksen takia.

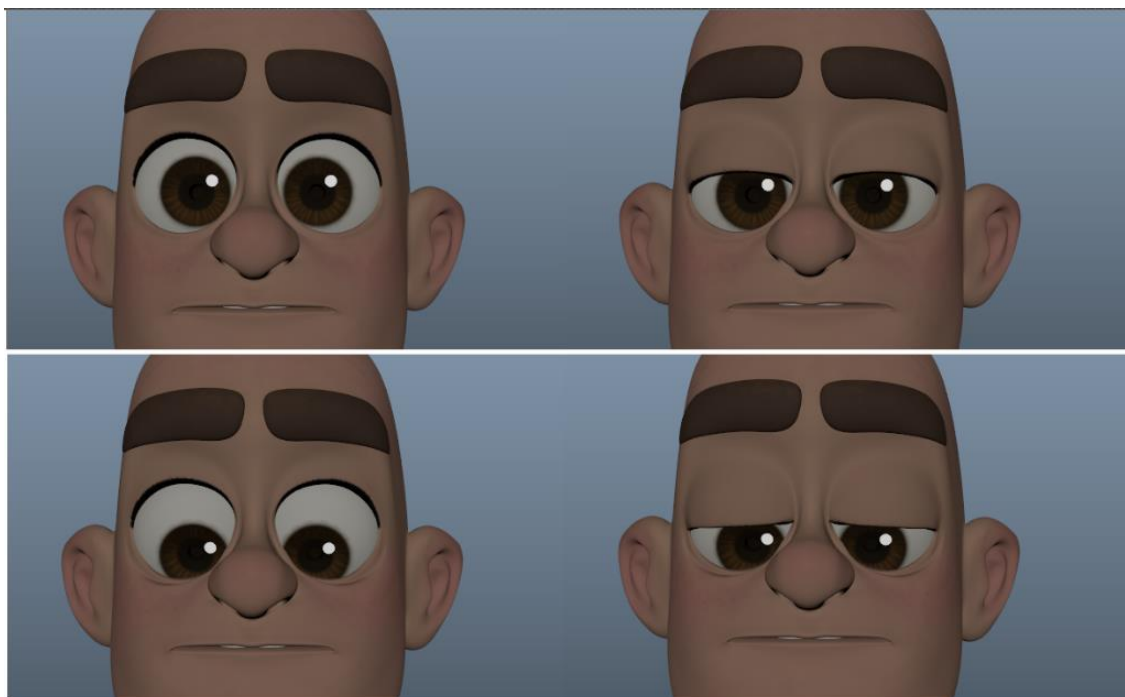


Kuva 7. Otsalihas toiminnassa. Lihasten supistuessa ihoon tulee myös rypyjä kohtisuoraan lihasten suuntaan nähden.

### 3.2 Silmäluomet

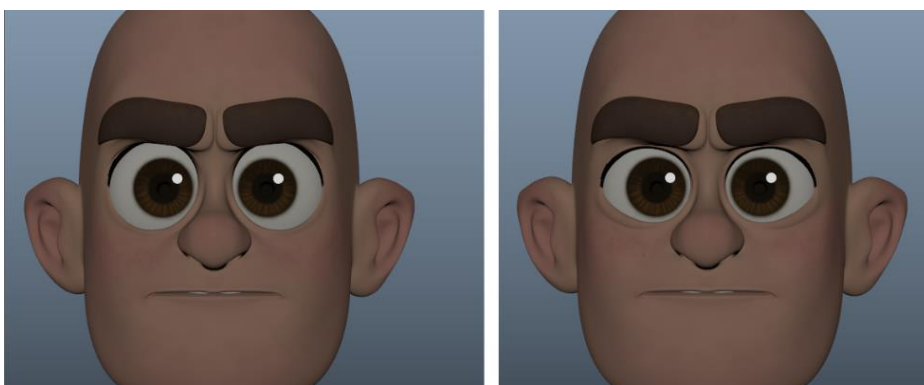
On olemassa monenlaisia spesifejä ilmeitä, jolloin luomet liikkuvat, mutta pääasialliset liikkeet silmäluomille ovat ammollaan auki tai suljettuna. Mitä enemmän olemme valppaana, sitä suuremmin silmät ovat auki, jotta silmämme voisivat päästää enemmän valoa sisään. Vastakohtaisesti jos yläluomet peittävät puolet iiriksistä, saadan vaikutelma väsyvyydestä. (Osipa 2010, 24.)

Huomioitava on myös yläluomien reunojen suhteellisuus iiriksiin. Katseen siirtyessä luomet seuraavat vertikaalisesti iiriksiä. Säilyttääkseen saman tunteen/ilmeen luomien pitäisi samaan tahtiin liikkua katseen mukana (Kuva 8).



Kuva 8. Valppaana olevan hahmon yläluomien ja iiristen välillä rako (vas.). Väsyneellä hahmolla luomet peittävät osan iiriksistä myös katsoessa alas päin (oik.).

Silmää ympäröivä lihas on silmän kehälihas (lat. *Musculus orbicularis oculi*). Sen tehtävän on silmän sulkeminen. Sillä saa myös siristysliikettä aikaiseksi. Siristysliike on animoijan kannalta hyvinkin tärkeä. Siristys ei ole ilmekohtainen vaan auttaa korostamaan tunteita ja luo myös keskittymisen tunteen (Kuva 9). Kehäliksen supistuessa se vetää myös hieman poskipäitä ja kulmakarvoja silmiä kohti.



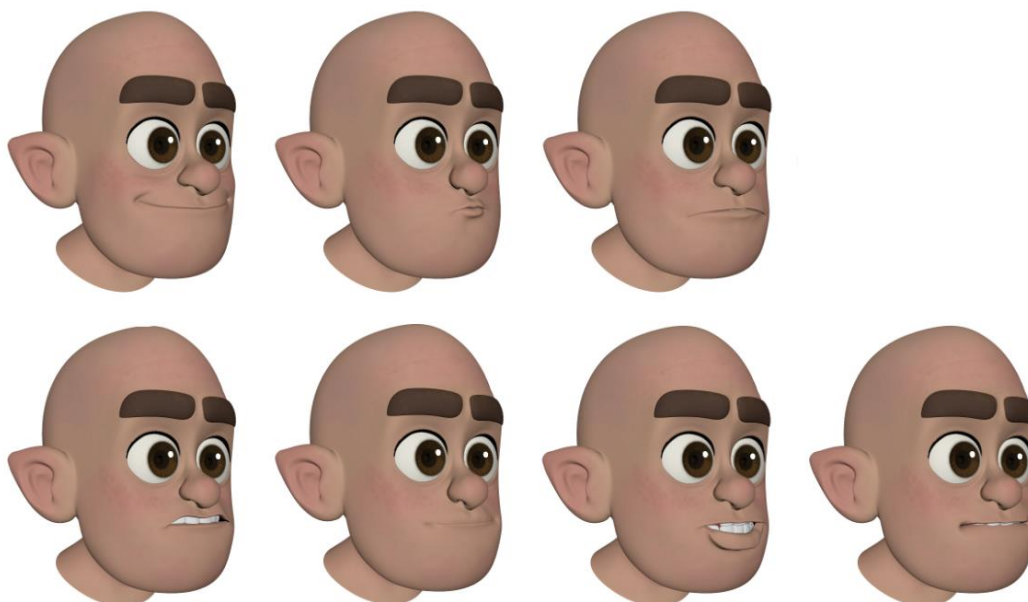
Kuva 9. Siristämätön vihainen katse vasemmalla ja siristävä katse oikealla.



### 3.3 Suun alue

Käytämme suuta silmäalueen lailla näyttämään eri tunnetiloja, mutta myös tuottaaksemme puhetta.

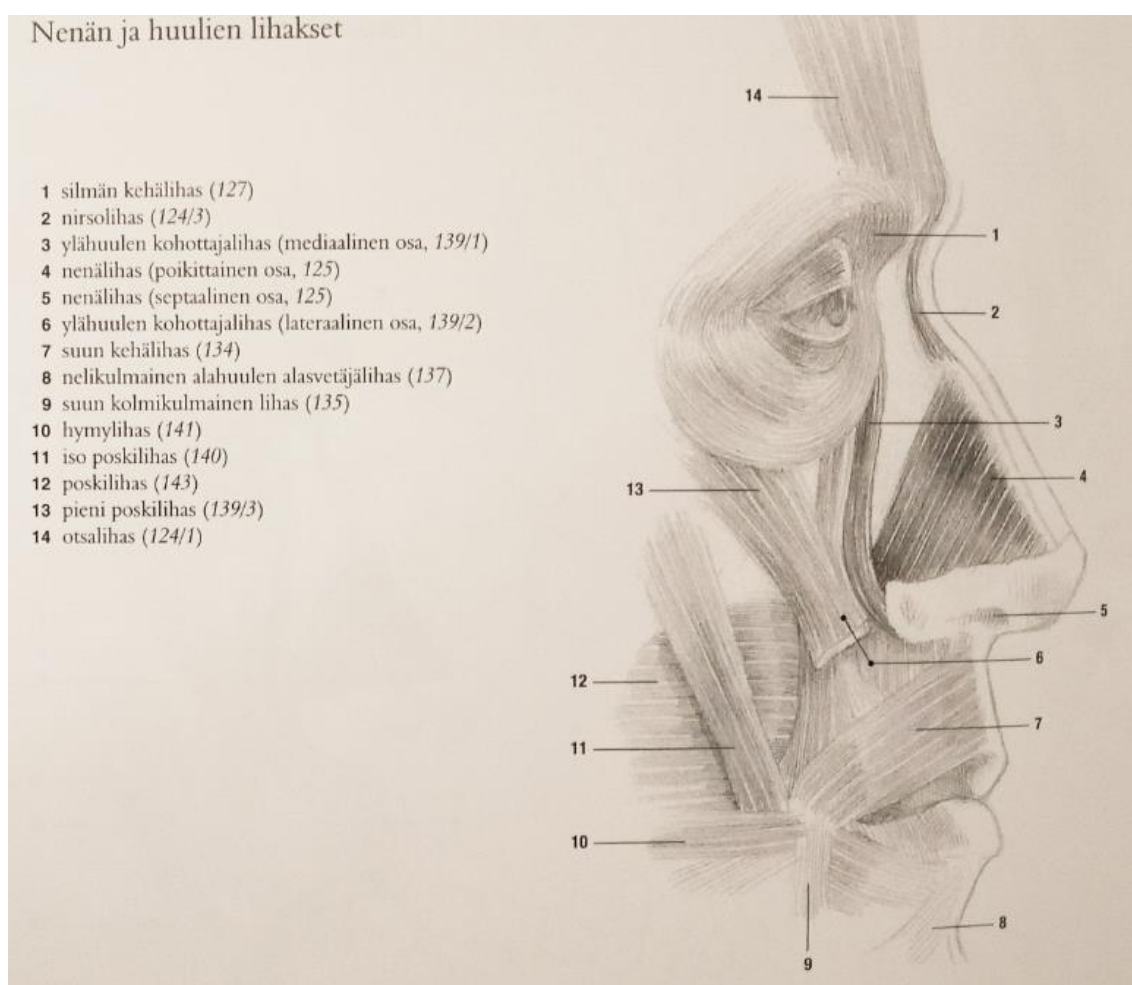
Paras lähestymistapa saada ilmeitä ja puhetta animaatiojärjestelmälle on mielestäni tehdä kokoelma suunmuotoja, joita yhdistelemällä saadaan luotua kaikki suun muodot. Perusmuotoja huulisynkronialle on yhteensä seitsemän (Kuva 10). Osa muodoista toimii yhdessä luomaan uuden ilmeen, kun taas jotkut muodot täytyvät olla vastakkaisia, esim. kapea suu ja leveä hymy.



Kuva 10 Seitsemän muotoa leuan avaamisliikkeen kanssa mahdollistaa monipuolisen ilmeilyn sekä huulisynkronian.

Animoimisen ja kasvoanimaatiojärjestelmän tueksi on hyvä selittää hieman suunseudun lihasten toimintoja. Suupielen venymiseen vaikuttaa hymylihaks sekä iso poskilihas, jotka vetävät suupieltä poskiluuta kohti. Näin saadaan esimerkiksi hymy aikaiseksi. Suun kolmikulmainen lihas, joka alkaa leuan alareunasta ja kiinnittyy suun kehälihakseen, vetää suupieliä alaspäin, millä luodaan surullisuutta, halveksuntaa tai vihaa. Ylähuuleen kohottamista ohjaa suupielen kohottajalihas sekä ylähuulen kohottajalihakset. Nelikulmainen

alahuulen alasetäjälihas vetää alahuulta alaspäin. Kuvassa 10 olevan leveän suun muodon kanssa (ensimmäinen muoto) voidaan yhdistää esimerkiksi alahuulen alasetäjämuoto (kolmas muoto alarivistä), jolloin saadaan hymy, jossa näkyy hampaat. Suun kehälihas on näistä lihaksista monipuolisin. Sen päätehtävinä on sulkea suu, puristaa huulet yhteen ja se hienosäätää huulien asentoa puhuessa. Kuva 10 ilmeissä kapea suu/ ”pusuhuulet” sekä huulien rullaukset hampaiden päälle perustuu suun kehälihaksen toimintaan.



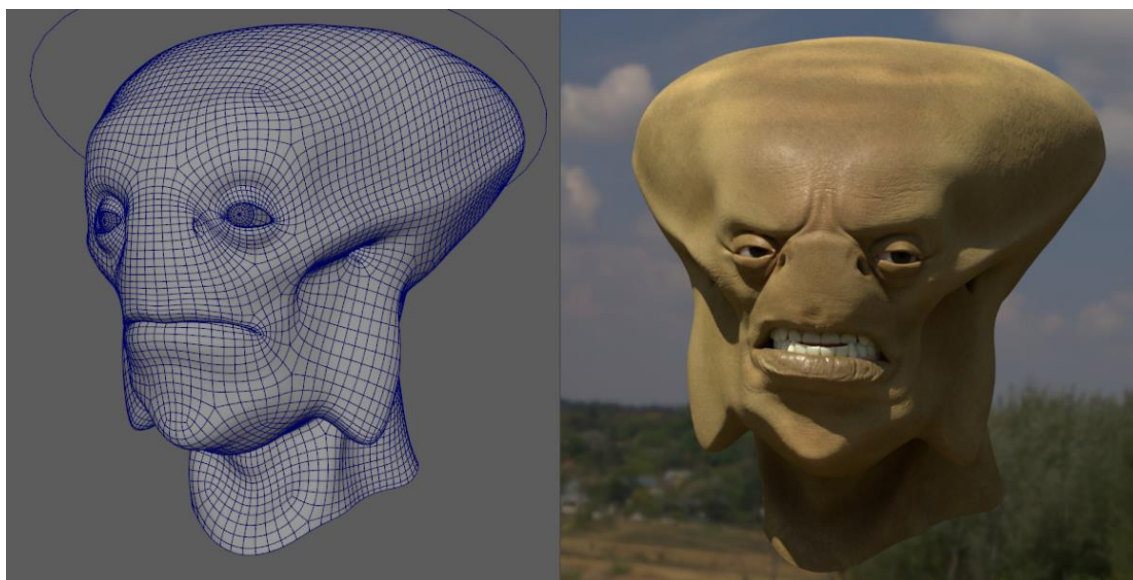
Kuva 11. Kasvolihakset (Szunyoghy 2013, 406)

## 4 Projektityö

Opinnäytetyön projektiosuudessa oli päämääränä oppia Dynamixyz Performer-kasvojen liikkeenkaappausohjelman käyttö. Tarkempana kiinnostuksen kohteena oli, kuinka tarkkaa ja realistista animaatiota sillä voi saada aikaan ja kuinka paljon jälkikäsitteilyä se vaatisi valmiin teoksen tuottamiseen. Tässä luvussa käyn läpi kyseisen ohjelman käyttöä sekä oleellisimpia kohtia valmisteluvaiheesta ohjelman käyttöä varten.

### 4.1 Hahmo ja kasvoanimaatiojärjestelmän suunnittelu

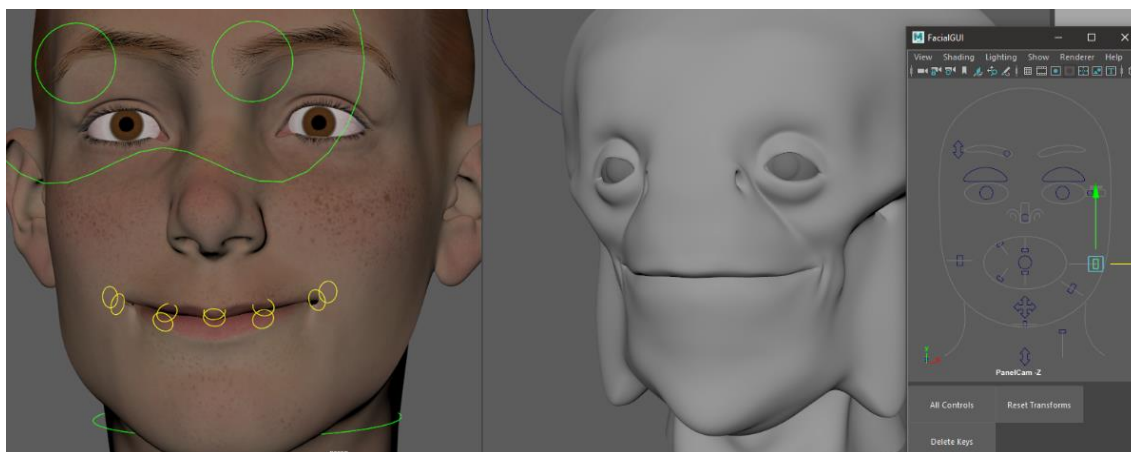
Ennen liikkeenkaappausta täytyi suunnitella sopiva hahmo sekä animoitavan hahmon kasvoanimaatiojärjestelmä eli rigi käyttökelpoiseksi, kasvorigi joka pystyy liikkumaan, mutta myös näyttämään todentuntuiseksi ja olisi samalla suhteellisen helppokäyttöinen. Moni elokuva on todistanut, kuinka ei-ihmishahmo pystyy olemaan sympaattinen, joten projektiin on valittu mielikuvituksellinen fantasiahahmo (Kuva 12), joka istuisi hyvin fantasiaelokuvaan mielikuvituksellisella sekä realistisella tavalla.



Kuva 12. Hahmon topologiaa näyttävä malli ja rendattu hahmo vierekkäin.

Vaikkei hahmolla ole korvia (ainakaan näkyviä) eikä ihmismäistä nenää, tunteiden ilmaisu on kuitenkin erittäin mahdollista pelkän silmien- ja suunalueen avulla. Halusin kuitenkin pitää ajatuksessa sen, että kasvojen liikkeet perustuisivat anatomisesti kasvojen lihasten toimintaan ja että rigi pystyisi tekemään kaikki ilmeet, jotka ihminenkin pystyy.

Päädyin luomaan hahmolle *blend shape* -muotoihin perustuvan rigin, sillä koen ilmeiden tekemisen näin helpommaksi kuin luihin ja niveliin perustuvassa rigissä. Liikkeenkaappauksen voi tehdä kyllä luihin perustuvaan rigiin tai näiden yhdistelmään. Mielestäni on kuitenkin helpompaa tehdä esim. suun hymy-muoto vain yhdellä kontrollilla, mikä tuottaa hymyn, toisin kuin luihin perustuvassa, jossa hymyn aikaan saamiseksi tarvitaan suupieltä vetävän kontrollin lisäksi sen ympäröiviä kontrolleja (Kuva 13).

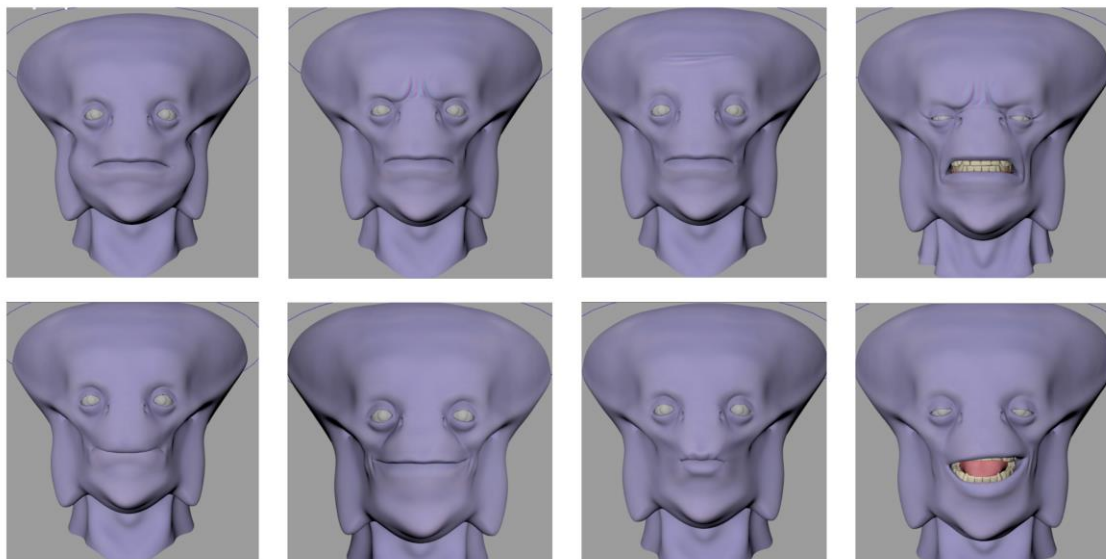


Kuva 13. Luihin perustuvassa rigissä on käytetty suun jokaista kontrollia hymyn tuottamiseksi (vas.), kun taas BlendShape muotoihin perustuvassa vain yhtä (oik).

Blend Shape muotoja hahmolle kertyi yhteensä 62, joista osa on eri muotojen yhdistämistä korjaavia muotoja ja osa on tiettyjen ilmeiden välivaihemuotoja (Kuva 14). Luihin kiinnitetyt asiat hahmossa ovat ainoastaan silmämunat ja pään liike.

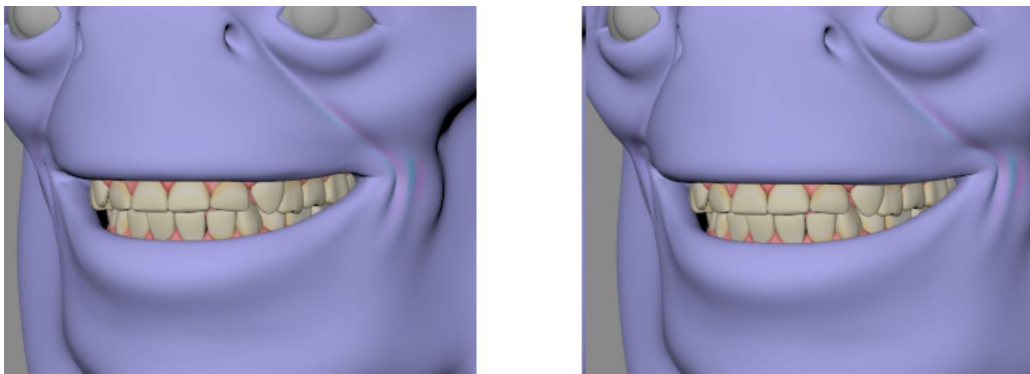
Mainittakoon vielä, että projektin hahmon liikkeet ovat jokseenkin symmetrisiä ja ne liikkuvat samanaikaisesti yhdestä kontrollista yksinkertaisemmän animoinnin

aikaansaamiseksi, kuten silmäluomien sulkeutuminen ja kulmakarvojen vertikaalinen liike tai suupieliä liikuttaminen. Hahmon kieli ei ole myöskään kytkettynä rigiin, sillä Performer ei pysty ainakaan toistaiseksi kaappaamaan kielen liikettä.



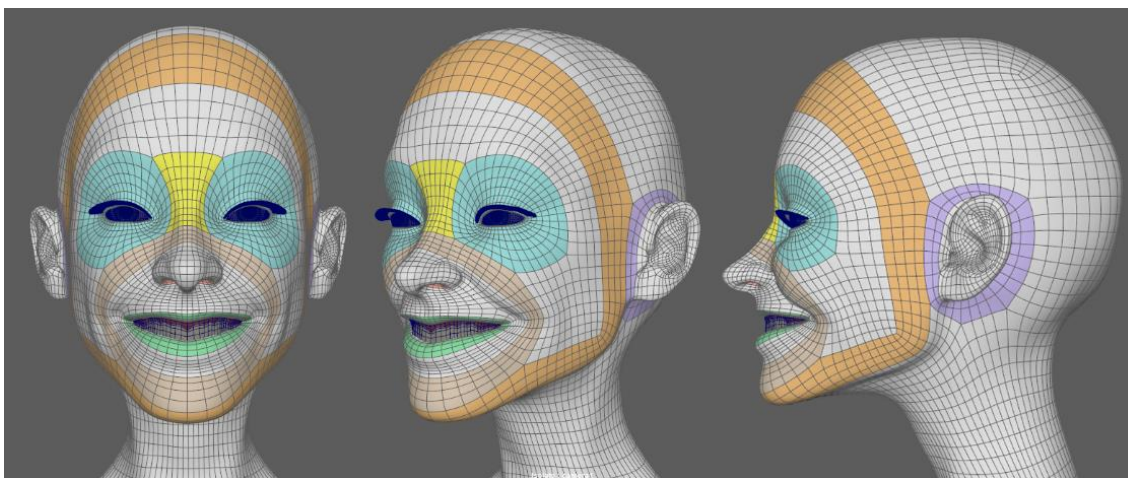
Kuva 14. Esimerkkejä ilmeistä joita hahmolla pystyy luomaan eri ilmeitä yhdistämällä.

Korjaavia muotoja täytyi tehdä yhdistelmiin, joissa kahden itsestään toimivan ilmeen yhdistelmä ei näyttänyt oikealta. Kuvassa 15 näkyy kuinka hymyn suupieliä on korjattu terävimmiksi yhdistelmämuodolla (eng. combination shape). Yhdistelmämuotojen hyvä puoli on siinä, ettei niitä tarvitse erikseen animoida, vaan muodot aktivoituvat itsestään, kun määritellyt ilmeet ovat samanaikaisesti päällä.



Kuva 15. Hymy ilman yhdistelmämuotoa (vas.) hymy yhdistelmämuodon kanssa (oik.).

Hahmoni topologiaratkaisut olen tehnyt animoimista ajatellen. Yleensä animoitavissa kasvoissa topologiaratkaisut on hyvän tavan mukaisesti tehty myötäilemään kasvojen muotoja (Kuva 16), jotta kasvoja pystyisi deformingaan paremmin ja säilyttäen kasvoja myötäilevän ”särmien sulavuuden” (engl. edge flow).



Kuva 16. Demonstroiva kuva särmäluuppien sijainnista kasvoilla.

Tekniikat, joita hahmon rigin teossa on käytetty, ovat 3. luvun pohjalta sekä Jason Osipan Stop Staring: Facial Modeling and Animation Done Right -kirjan kolmannesta painoksesta (Osipa 2010). Kirja sisältää ammattimaisia tekniikoita animoimiseen sekä rigaamiseen kompleksisissa animoitavissa hahmoissa. Tämä kirja on erittäin suositeltava heille, jotka ovat kiinnostuneet syvemmin hahmojen kasvojen rigaamisesta sekä mallintamisesta.

## 4.2 Videokuvaa kaappausta varten

Dynamixyz Performer on merkitön kasvojen liikkeenkaappausratkaisu, joka pystyy seuraamaan kasvoja ilman fyysisiä pisteitä näyttelijän kasvoilla.

Seuranta perustuu otetun videomateriaalin pikselien liikkeen seurantaan.

The tracking behaviors in Motion analyze an area of pixels known as a reference pattern over a range of frames in a movie clip to “lock onto” the pattern as it moves across the canvas. You specify the reference pattern to be analyzed and “tracked” by dragging one or more onscreen trackers to the area of the clip you want to analyze. Motion then analyzes the motion of the designated reference pattern for a specified duration of time. This duration is based on the length of the tracking behavior, the length of the defined play range, or the length of the clip. (Apple 2021.)

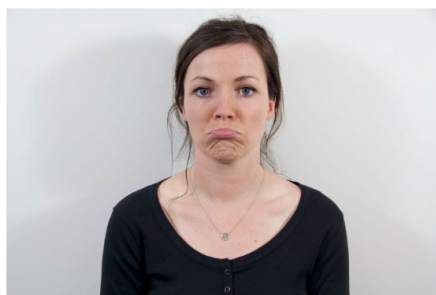
Tämä tarkoittaa, että liikkeenkaappaukseen otettavan videomateriaalin voi ottaa tavallisella kameralla. Jotta videomateriaali olisi kuitenkin mahdollisimman käyttökelpoista, tein seuraavat asiat: Päätin käyttää kuvaamiseen GoPro 7 -toimintakameraa. Tämä salli ottaa täysteräväpiirtovideomateriaalia taajuudella 60 kuvaa sekunnissa, 1/500 s suljinajalla tarkempien kuvien saavuttamiseksi. Kameran suljinajalla on suuri merkitys videoiden liikkeen seurannan kannalta. Jos suljinaika on suuri, liikkeessä ilmenee liikesumeutta, mikä saattaa aiheuttaa liikkeenseuraksessa virheitä. Kuvauksissa käytettiin myös studiovaloa, johon oli kiinnitetty valoteltta pehmentämään kovaa valoa ja häiventämään varjoja, joka saa aikaan nätin ja pehmeän valon kuvattavaan kohteeseen.

Jotta liikkeenseurannan kanssa päästään alkuun, on kuvattava materiaalia erilaisista kasvoniilmeistä miettien kasvojen eri alueiden mahdollisia liikeratoja. Tätä kutsutaan Performerissa Range of Motioniksi, ROM. Dynamixyzen verkkosivun tukiosiota löytyy dokumentaatiota ROM ohjeista (Kuva 17). Tämän ohjeen ilmeet on koitettu noudattamaan kasvotoimintakoodausjärjestelmää, englanniksi Facial Action Coding System, FACS (Dynamixyz Support 2021). Kasvotoimintakoodausjärjestelmä on kattava, anatomiaan perustuva järjestelmä kuvaamaan kaikkia visuaalisesti havaittavia kasvojen liikkeitä. Se hajottaa

kasvojen ilmeet lihasten yksittäisiin komponentteihin, joita kutsutaan toimintayksiköiksi. (Paulekman 2021.)

 Dynamixyz

## EXTREME POUTY LOWER LIP



### Description:

Chin wrinkles, stick your bottom lip out

Action Unit (FACS): 17

Ref Performer: 25\_Down\_Lip\_Round

All rights reserved ©2020 Dynamixyz CONFIDENTIAL - Do not duplicate or distribute without written permission from Dynamixyz.

32

Kuva 17. Ilme-esimerkki ohjeistuksineen. ROM guideline. (Dynamixyz Support 2021)

### 4.3 Seurantaprofiilin teko

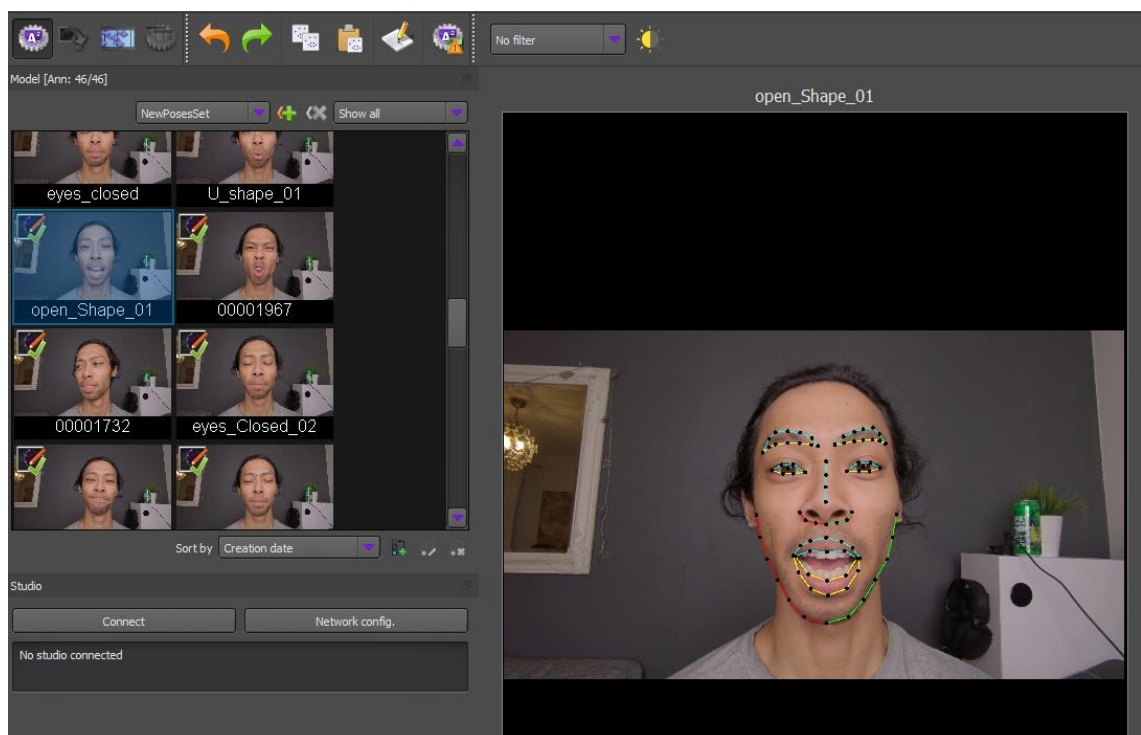
Seurantaprofiili (engl. Tracking profile) on vaihe, jossa valmistellaan tietyn näyttelijän avainilmeita (keyposes) merkkamalla tietyt kasvonkohdat eri ilmeissä pisteillä (Kuva 18). Pisteiden paikat näyttelijän kasvoilla korreloivat samoja kohtia 3D-pään topologiassa. Näiden pisteiden tarkempi sijoittaminen kerrotaan Performerissa tarkemmin tätä tehdessä. Tätä kutsutaan ohjelmassa nimellä "annotate". Annotointi vastaa passiivisia markkereita optisissa liikkeenkaappaus systeemeissä.

Jotta pääsisi alkuun seurauksen kanssa, täytyy vähintään neljä ilmettä annotoida. Ensimmäiseksi täytyy annotoida neutraali asento, jossa näyttelijällä on kasvot ja katse kohti kameraa, kasvot mahdollisimman rentoina ja suu suljettuna. Neutraali ilmeen annotoinnin asettamisen jälkeen Performer analysoi



kuvan kasvoalueen jokaisen pikselin. Jokainen pikseli toimii virtuaalisena markkerina, jolloin fyysisiä markkereita ei tarvita.

Ohjelma vaatii neljä erilaista ilmettä seurannan aloittamiseen. Neutraalin ilmeen jälkeen on siis valittava kolme toisistaan poikkeavaa ilmettä annotoitavaksi. Suositeltavaa olisi valita ensiksi yksi ilme, jossa näyttelijällä on suu auki, toinen jossa silmät suljettuina ja kolmas ilme joka olisi melko yleinen esimerkiksi vihainen taikka hymyilevä ilme. Annotoidessa ilmeitä ei ole niinkään tärkeää saada pisteitä laitettua oikeisiin kohtiin vaan asettaa ne samalla tavalla jokaiseen ilmeeseen. Annetaan esimerkkinä tilanne, jossa olet laittanut yhteen ilmeeseen poikkeuksellisesti nenänkärjen pisteen huomattavasti ylemmäs kuin muissa ilmeissä. Tämä aiheuttaa seurannassa epäröintiä oikean paikan sijainnista aiheuttaen kohinaa.



Kuva 18. Annotoitujen ilmeiden kokoelma. Kuvassa näkyy, kuinka seurantapisteen on laitettu kasvoille.

Kun annotointeja on tehty tarpeeksi, ohjelman työkalupalkkiin ilmestyy uusi kuvake, joka antaa rakentaa seurantaprofiilin anotoiduista kuvista. Tämä toiminto saa Performerin oppimaan. Antamalla esimerkkejä siitä, kuinka

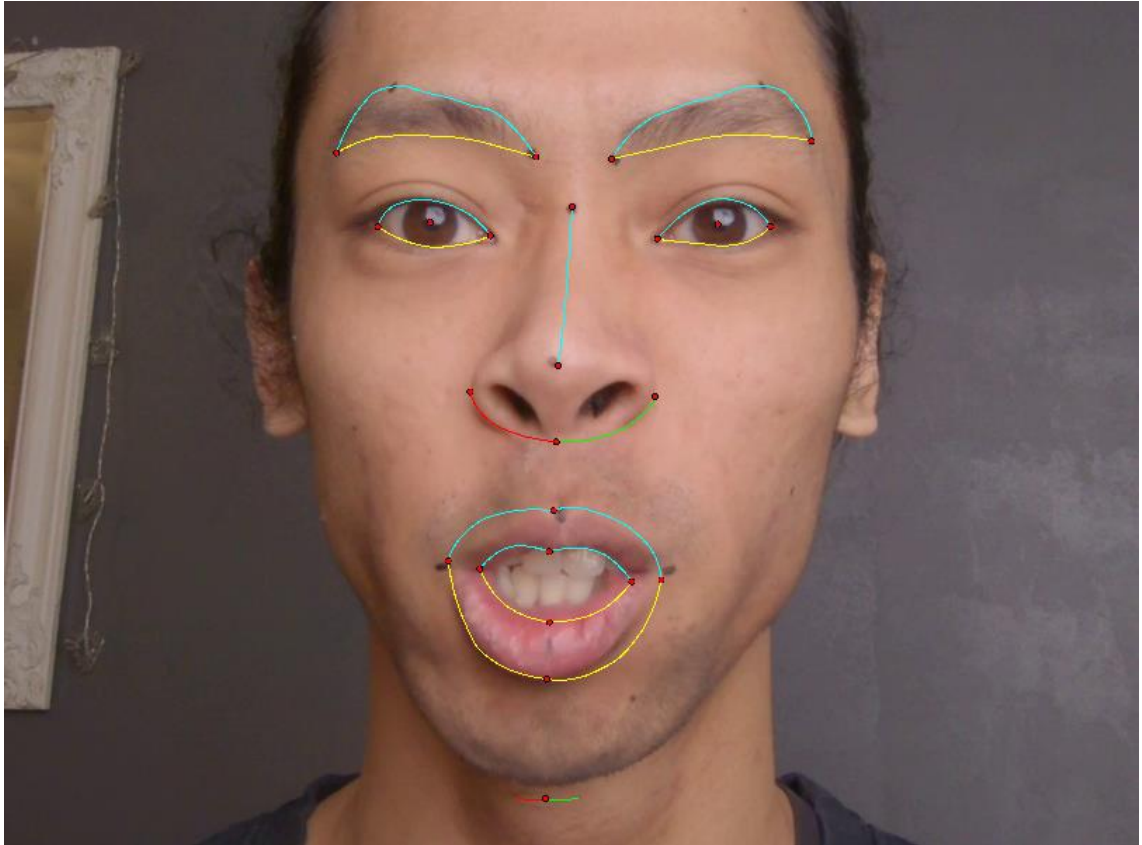
seurantapisteiden pitäisi olla eri ilmeissä, auttaa systeemiä seuraamaan kasvoja paremmin.

Profiilin rakennuksen jälkeen voidaan aloittaa videon ensimmäinen liikkeenseuranta sessio-tilassa. Videon voi joko seurata kokonaisuudessaan taikka osissa rajaamalla aikajanaa haluttuun kohtaan. Suositeltavaa on kuitenkin seurata video koko pituudeltaan ensimmäisellä kerralla. Seurauksen suoritettuaan voi nähdä seurauksen näyttelijän kasvoilla (Kuva 19).

Todennäköisesti ensimmäisen seurauksen jälkeen seuranta ei ole täydellinen. Kohtiin, joissa seuranta ei ole toiminut oikein, voidaan lisätä uusi ilme seurantaprofiiliin, jonka jälkeen täytyy uusi ilme anotoida ja rakentaa päivitetty seurantaprofiili.

Projektin sisälle on mahdollista myös tuoda liikkeenkaappausta varten uusia videopätkiä, joiden seuranta onnistuu aiemmin annotoitujen kuvien perusteella. Lisäksi uusista videoista voidaan lisätä uusia ilmeitä olemassa olevaan seurantaprofiiliin, jolloin ns. ilmedatapankki kasvaa ja kehittyy ja liikkeenseuranta paranee.

Projektia työstäessä suurin ongelma seurannassa oli silmien tarkka katseen seuranta sekä leuan raja. Ongelma silmissä oli omien iiristen tummuus ja studiovalosta tuleva heijaste silmiin, jolloin ohjelman oli vaikea kohdistaa seurantapiste aina samaan kohtaan, sillä valon heijaste oli eri kohdassa riippuen pään ja katseen suunnasta. Leuan tapauksessa liikkeenseurannan suoritettuaan seurantapiste leuankohdalla ei aina ollut kohdillaan. Vaikka lisäsin ongelmakohtaisen kuvan annotoitavaksi ja sen jälkeen seurasin videon uudestaan, piste oli kuitenkin joissain kohdissa väärässä paikassa. Toistaiseksi annoin silmien ja leuan olla ja katsoin, kuinka nämä vaikuttavat lopulliseen liikkeenkaappaukseen.



Kuva 19. Liikkeenseurannan lopputuloksena leuan seurantapiste välillä siirtynyt todellisesta paikasta.

#### 4.4 Uudelleen kohdistamisprofiili

Uudelleenkohdistamisprofiilin teko on seuraava vaihe seurantaprofiilin teon jälkeen. Tässä vaiheessa kohdistetaan näyttelijän ilmeet Mayssa animoitavan hahmon rigiin. Uudelleen kohdistamisen jälkeen pystytään siirtämään videon liikkeet 3D-hahmon kasvoanimaatiojärjestelmään.

Performer täytyy aluksi yhdistää käytössä olevaan 3D-ohjelmaan Bridge-nimisen lisäosan avulla. Tässä tapauksessa olen käyttänyt Autodesk Mayaä sillä rigi on tehty siellä, mutta Bridge toimii muissakin ohjelmissa kuten Cinema4D:ssä ja 3DsMaxissa. Bridge-lisäosan päälle laittaminen saattaa toimia eri tavalla riippuen, mitä ohjelmaa käytetään, mutta kasvojen uudelleen kohdentaminen toimii samalla tavalla riippumatta käytettävästä ohjelmasta.

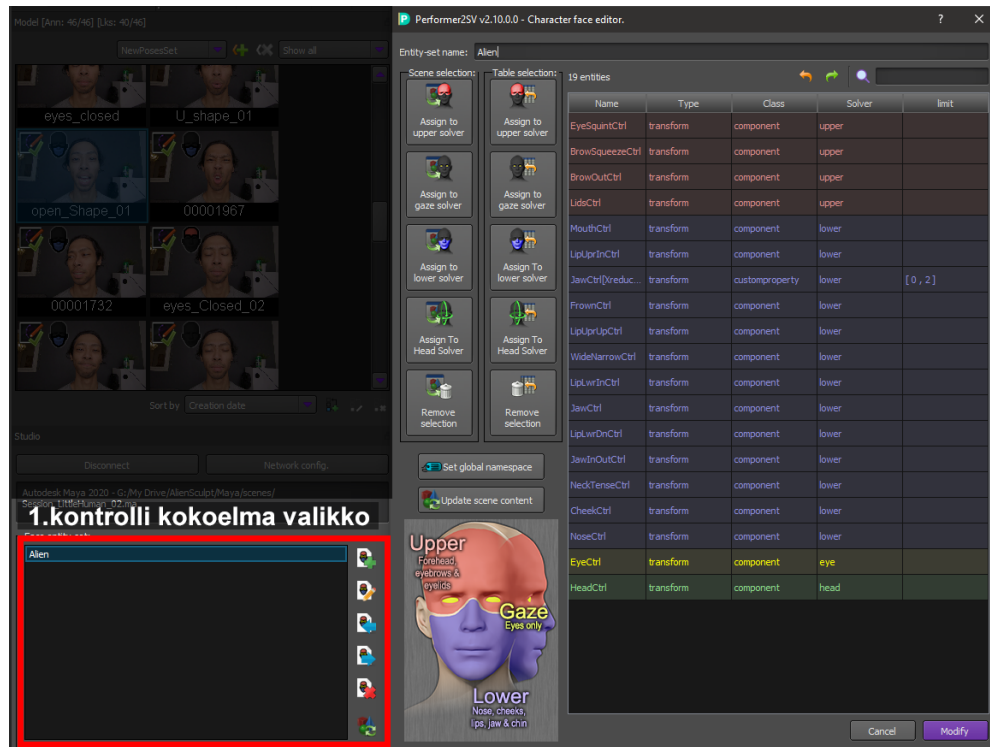
Dynamixyzen verkkosivuilta löytyy kuitenkin eri ohjelmien yhdistäminen Performeriin.

Mayan tapauksessa täytyy varmistaa, että Bridge-lisäosa on ladattuna joka kerta, kun halutaan työstää Performerin ja Mayan välillä. Yhdistämisen yhteydessä Performer analysoi Maya-skenen ja ilmoittaa elementeistä, jotka eivät pysty vastaanottamaan animaatioavaimia.

Yhdistettyä ohjelmat bridgen kautta täytyy luoda uusi kontrollikokoelma (entity set) kontroleista, joita halutaan animoida hahmossa (Kuva 20). Jokaiselle käytettävälle hahmolle täytyy tehdä oma kokoelma. Kokoelman luonti tapahtuu Performerin puolella "Studio"-kohdassa sessio-tilassa.

Kasvojen kohdentajat on jaettu kolmeen alueeseen, joita Performerissa kutsutaan "solvereiksi". Näihin solvereihin asetetaan kasvoanimaatiojärjestelmän kontrollit, jotka liikuttavat kyseisen solverin sisällä olevia asioita.

Alasolveriin kuuluvat kontrollit, jotka liikuttavat nenää, poskia, huulia, leukaa ja leukaluuta, yläsolveriin otsa, kulmakarvat sekä silmäluomet. Kolmanteen solveriin eli katsesolveriin kuuluvat ainoastaa silmät, jotka määrittelevät hahmon katseen suunnan. Vaihtoehtoisesti voi myös lisätä pään kontrollin pääsolveriin, jotta saadaan näyttelijän pään liike mukaan.



Kuva 20. Kontrollikokoelma ikkunan näkymä.

Lähtökohtaisesti solverit ottavat automaattisesti annettujen kontrollien animoitavat attribuutit mukaan. Jos animaatiojärjestelmässä silmiä ohjaavalla kontrollilla on attribuutti, joka säätää pupillien kokoa, tulee tämä attribuutti myöskin mukaan solveriin animoitavaksi, ellei sitä haluta poistaa kontrolli kokoelmasta. Tällaiset asiat ovat itse animaattorin päätettävissä. Itse näkisin tällaisen ominaisuuden olevan helpommin animoitava jälkepäin, kun liikkeenkaappaus on suoritettu.

Kasvoanimaatiojärjestelmän ei tarvitse olla monimutkainen toimiakseen Performerin kanssa. Kunhan järjestelmästä löytyy perusasiat animoimiseen, kuten katseen, suun ja silmäluomien animoimiseen tarvittavat kontrollit.

Kontrollikokoelman määrittämisen jälkeen seurantaprofiilin ilmeiden vasempiin yläreunoihin ilmestyy tyhjä kasvoja muistuttava ikoni. Tämä meinaa, että ilmeitä ei ole yhdistetty vielä hahmoon. Kontrollikokoelman luomisen jälkeen Performeriin avautuu jälleen uusi kuvake, jota kutsutaan

uudelleenkohdistamisprofiilitilaksi, josta pääsee yhdistämään seurantaprofiilin ilmeet hahmoon. Tässä tilassa löytyy anotoidut ilmeet ilman seurantapisteitä.

Uudelleenkohdistamisprofiilin luonti alkaa neutraali asennon määrittelyllä. Neutraalin asennon uudelleen kohdistaminen on välttämätön vaihe, joka täytyy tehdä. Hahmo asetetaan asentoon, jossa sen halutaan olevan neutraalissa tilassa yrittäen sovittaa hahmon ilme näyttelijän neutraaliin ilmeeseen: katse suoraan, suu suljettuna ja neutraali ilme. Tämän pitäisi olla melko tyhjäkatseinen ilme. Ihanteellinen tilanne olisi, jos hahmon kasvot olisi neutraalina kasvoanimaatijärjestelmän attribuuttien ollessa nolllilla. Näin välttyään turhilta arvailuilta kontrollien sijainneista eri ilmeiden uudelleen kohdistamisissa. Kun hahmon ilme on aseteltu paikoilleen se voidaan tallentaa, jolloin tallennettu ilme toimii esimerkkinä siitä, millainen hahmon ilmeen pitäisi olla, kun näyttelijällä on neutraali ilme. Tämän jälkeen täytyy järjestelmälle opettaa muita ilme-esimerkkejä: sovittaa hahmon ilmeet näyttelijän ilmeisiin.

Jokaista annotoitua kuvaa ei tarvitse kuitenkaan kohdistaa. Jos on kaksi samanlaista ilmettä, joista ei olla varmoja niiden eroavaisuuksista, voidaan kohdistaa pelkästään toinen niistä. Näin välttyään saman ilmeen kaksinkertaiselta uudelleen kohdistamiselta, mikä aiheuttasi epävarmuutta hahmon oikean ilmeen tekemisessä.

Tilanteissa joissa kahden anotoidun ilmeen välillä vain yhdessä solverissa on tullut selkeitä muutoksia, voidaan uudelleen kohdistaa vain kyseisen solverin muutokset hahmolle tai kopioida toisesta ilmeestä linkit (Kuva 21).



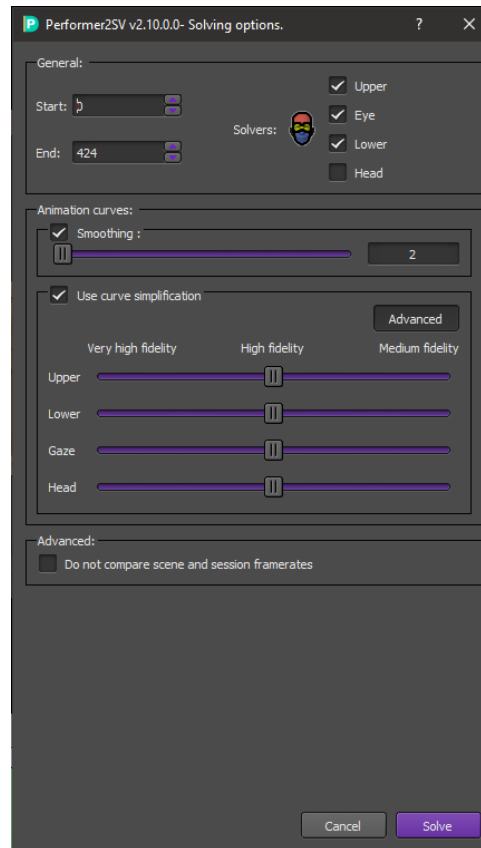
Kuva 21. Ilmeessä keskitytty vain alasolverialueen asentoon. Ylä- ja katesolveria ei ole tallennettu tähän ilmeeseen.

Tässä projektissa keskityin anotoitujen ilmeiden uudelleen kohdistamisessa alueittain. Ilmeet, joissa olin keskittynyt ainoastaan silmien liikkeisiin, tallensin vain yläsolverin, suun alueen ilmeissä vain alasolverin ja niin edelleen.

Kun uudelleenkohdistuslinkit on tehtyinä, voidaan uudelleenkohdistusprofiili rakentaa. Tämä opettaa ohjelman tekemään hahmolle oikeat ilmeet juuri luoduilla esimerkeillä.

#### 4.5 Animaation siirtäminen yhdistettyyn studioon

Uudelleenkohdentamisprofiiliin luotua sessio-tilaan ilmestyy uusi kuvake, jonka avulla voidaan siirtää liikkeenseurauksen tulokset ja konvertoida ne animaatioavaimiksi yhdistetyn studion kasvoanimaatiojärjestelmään tehtyjen uudelleen kohdistamislinkkien avulla (Kuva 22). Tätä toimintoa kutsutaan ratkomiseksi (engl. Solve).



Kuva 22. Ratkomisvalikko, josta voidaan valita tarkempia lisäasetuksia.

Ratkomisvaihtoehdoista löytyy muutamia asetuksia joista voi valita: aikaväli, siirrettävät solverit sekä animaatiokäyrien tasoitusasetukset. Mitä suurempi tasoitustaso on, sitä sulavampia animaatiokäyriä ratkominen tuottaa animaatiokontrolleille. Tasoitustason voi valita jokaiselle solverille erikseen haluamansa lopputuloksen saavuttamiseen. Jos tasoitusta ei valita ollenkaan, Performer siirtää jokaisen kuvan seuratusta klipistä annetulta aikaväliltä. Tämä saattaa tuottaa nytkähtelevän oloista animaatiota, sillä jokaiseen frameen tulee animaatioavainkuva. Projektissani käytin toisen tason tasoitusta välttääkseni liian nykivän oloista animaatiota, menemättä kuitenkaan liian sulaviin liikkeisiin. Tämä oli mielestäni kultainen keskitie realistisen animaation saavuttamisessa.

Kun videon seuranta on ratkottu, voidaan Mayan aikajanalla liukua edestakaisin ja huomata hahmon liikkuvan. Kontrolleihin on näin tullut animaatioavaimia ratkomisen tuotoksena. Jos halutaan toistaa molempien ohjelmien aikajanat sykronoituna, voidaan tämä tehdä aktivoimalla



Performerissa oleva linkki-painike, joka on toisto-painikkeen vieressä. Näin voidaan toistaa samanaikaisesti seurattu video sekä ratkottu hahmoanimaatio.

Jos animaatioon ei olla tyytyväisiä, voidaan milloin vain palata takaisin uudelleen kohdistamisprosessiin ja muokata ilmeiden linkkejä. Jotta ilmeiden linkkejä päästäisiin muokkaamaan, täytyy ratkotun animaation avaimet kuitenkin poistaa kontrollikokoelmaan kuuluvista kontrolleista. Tämän voi tehdä joko manuaalisesti Mayassa tai palattuaan takaisin uudelleenkohdistamisprofiili-tilaan, josta löytyy kuvake animaatioavainten poistoon. Animaatioavaimilla on aina prioriteetti näköikkunoissa, jolloin se yliajaa kohdistamislinkkien ilmeet jos niitä ollaan muokkaamassa. Virheiden välttämiseksi animaatioavainten poistaminen on hyvin tärkeää muokattaessa uudelleenkohdistamisilmeitä. Joka kerta kun linkkejä on muokattu, täytyy uudelleenkohdistamisprofiili päivittää.

Tässä vaiheessa kun animaatio on saatu Performerista Mayaan, voidaan Mayan animaatiotiedostoa jälkityöstää omana animaatiotiedostona ilman Performeria. Aluksi muutin kaikki animaatiokäyrät Mayssa bézier-käyristä lineaarisiksi.

Interpolaatio on prosessi, joka laskelmoi uutta dataa kahden jo tiedossa olevan arvon, kuten keyframejen arvojen välille. Digitaalisessa animaatioissa käytettäviä interpolaatioita ovat lineaarinen, bézier (smooth) ja porrasteinen interpolaatio. Interpolaatio vaikuttaa siihen, millaisella liikkeellä arvo kahden keyframen välillä muuttuu, tasaisena, kiihtyvänä vaiko porrasteisena. Lineaarisisessa interpolaatiossa määritetty arvo muuttuu tasaisesti tietyssä ajassa aina saman määrän. Tällainen liike on kuitenkin useimmiten epäluonnollisen näköistä, sillä todellisuudessa liikkuvien asioiden vauhdin on tapana kiihtyä ja hidastua (ease-in ja ease-out.). Tällaista interpolaatiota kutsutaan bézieriksi. Ease-in tarkoittaa liikkeen pehmenystä keyframeen saavuttaessa ja ease-out vuorostaan samaa asiaa lähdeettäessä keyframeesta eteenpäin.(Friman 2019, 3.)

Vaikka edellä mainitussa lainauksessa puhutaan siitä, kuinka lineaarinen interpolaatio useimmiten on epäluonnollisen näköistä, se ei päde välttämättä kuitenkaan kasvojen liikkeenkaappaukseen, sillä kasvojen liikkeiden kiihtyminen ja hidastus taltioituu luonnollisesti suoraan seuratusa videosta. Verrattuaani

lineaaristen ja sulavienkäyrien välistä animaatiota, tulin siihen johtopäätökseen, että lineaarinen täsmää referenssivideon kanssa paremmin.

Tämän jälkeen korjasin käsin kohtia, joissa liikkeenkaappaus ei syystä tai toisesta ollut kohdillaan, kuten liikkeenseuranta luvussa aiemmin mainittu ongelma iiristen ja leuan kohdalla. Joissain kohdissa animaatiota katseen liikkeissä ilmeni nytkähtelyjä, jotka eivät kuuluneet referenssiin videoon. Tämä saattoi johtua seurannassa tapahtuneesta hetkellisestä seurannan virheestä. Onneksi ongelma oli helposti ratkaistavissa. Täytyi vain poistaa animaatioavaimia kohdista, joissa nytkähtelyä ilmeni (Kuva 23).



Kuva 23. Silmäkontrollin translaation x-akselin kohdalla animaatioavain suuremmissa arvoissa kuin sen pitäisi olla. Referenssivideolla katse on tässä kohtaa suorassa, joilloin tämän arvon pitäisi olla lähemmäs nolla-arvoa.

Silmien lisäksi hahmon suu oli joissain tilanteissa raollaan, vaikka sen olisi pitänyt olla suljettuna. Koska käyttämälläni hahmolla ei ole sticky lips - ominaisuutta, joka mahdollistaisi huulien painautumisen yhteen leukaa avatessa, aiheutti pienikin leuan avaaminen huulien avautumisen. Näissä tapauksissa, joissa suun oli tarkoitus olla suljettuna, asetin animaatioavaimet leukaluukontrollista sulkuasentoon.

Kasvoanimaatiojärjestelmän kontrollit, jotka eivät sisältyneet kontrollikokoelmaan, esim. kieli-, nielu- ja kaulajänteidenkontrollit, täytyi animoida jälkikäteen. Koska kaula-alueen lihakset toimivat osittain itsenäisesti suun ilmeistä, ei näiden lihasten liikuttavia kontrolleja voinut yhdistää kontrollikokoelmaan kuuluviin kontrolleihin. Näitä animoidessani käytin referenssinä liikeseurattua videota ja koitin sovittaa mm. kaulajänteiden näkyvyyden parhaani mukaan.

## 5 Yhteenveto

Tutkimuksen tarkoituksena oli tuottaa realistista kasvoanimaatioita hyödyntäen kasvojenliikkeenkaappausohjelmaa ja katsoa, kuinka paljon viimeistelyä se vaatisi. Itse Performerin käyttö oli minulle entuudestaan tuttu aiemman työharjoittelun pohjalta, mutta tällä kertaa halusin luoda oman hahmon ja kasvoanimaatiojärjestelmän oman osaamiseni mukaan. Tavoitteena oli tosiaan luoda mahdollisimman fotorealistinen hahmo niin mallin kannalta kuin myös animaation kannalta, jonka voisi näyttää portfoliossakin.

Koin oppineeni paljon uutta työn aikana, sillä en ole juurikaan tehnyt kasvoanimaatioita realistisille hahmoille. Tutkiessani liikkeenkaappauksen historiaa tajusin mitä kaikkea fotorealististen hahmojen tekeminen vaatii. Olen melko tyytyväinen siihen, että tällaisenkin lopputuloksen pystyi tuottamaan yhden henkilön voimin. Yleensä suuremmissa elokuvatuotannoissa on suuri työryhmä ja vuosien kokemus liikkeenkaappauksesta ja fotorealististen hahmojen teossa.

Dynamixyz Performer -liikkeenkaappaus ilman fyysisiä markkereita tai erikoisempia kameroita oli mielestäni hyvin kätevää, ja ohjelman käyttö oli mielestäni helppo oppia. Kuviin perustuva kaappaus mahdollistaa periaatteessa kenen tahansa liikkeenkaappauksen, kunhan henkilöstä on tarpeeksi videomateriaalia saatavilla eri ilmeistä.

Uskon vahvasti siihen, että liikkeenkaappaus on hyödyllinen ja kasvoanimaatioita nopeuttava apuväline. Vaikka animoitava hahmo olisikin sarjakuvamaisempi, uskon liikkeenkaappauksen antavan hyvän pohjan huulisynkronille.

## Lähteet

Apple 2021. How Does Motion Tracking Work. Saatavana:

<<https://support.apple.com/guide/motion/how-does-motion-tracking-work-motn181908b3/mac#:~:text=The%20tracking%20behaviors%20in%20Motion,it%20moves%20across%20the%20canvas.>>(luettu 03.04.2021)

Baker, Taryn 2020. The History of Motion Capture Within The Entertainment Industry. (Opinnäytetyö) Metropolia ammattikorkeakoulu. 3D-animointi ja -visualisointi koulutusohjelma.

Saatavissa:<[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/336908/taryn\\_mocap\\_thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/336908/taryn_mocap_thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y)>

Britannica.com 2021. Fleischer brothers – American animators <<https://www.britannica.com/biography/Fleischer-brothers#ref738704> > (luettu 15.2.2021).

Broughall Nick. 2016. How Weta changed motion capture tech for Dawn of the Planet of the Apes. <<https://www.techradar.com/news/world-of-tech/how-weta-changed-motion-capture-tech-for-dawn-of-the-planet-of-the-apes-1273893>> (luettu 10.05.2021).

Cameron, James 2020. James Cameron Q&A on Avatar 10 years later. Video haastattelu. <<https://www.youtube.com/watch?v=l6yExegnr4>> – ( katsottu 10.05.2021).

Dynamixyz Support 2021. Range of Motion Guidelines. Saatavana:

<https://app.box.com/s/7i7nnrpb705b3l2g35247k39vq0ovgtm>

Elvy, Craig 2019. Why the first Avatar took James Cameron so long to make. <<https://screenrant.com/avatar-movie-development-long-reason/>> ( Luettu 10.05.2021).

Failes I. 2019. A visual history of performance capture at Weta Digital. <<https://beforesandafters.com/2019/08/21/a-visual-history-of-performance-capture-at-weta-digital/>> - luettu 07.05.2021

Frei, Vincent 2019. GEMINI MAN: Guy Williams – VFX Supervisor – Weta Digital. <<https://www.artofvfx.com/gemini-man-guy-williams-vfx-supervisor-weta-digital/>> (luettu 12.05.2021).

Friman 2019. Luoppaava like animoidussa kuvituksessa. [Opinnäytetyö]. Saatavana:<[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168688/Friman\\_Eemil.pdf?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168688/Friman_Eemil.pdf?sequence=2)> (luettu 28.04.2021)

Gear Sport 2018. Optical vs Inertial Tracking. Katsottavissa: <<https://www.youtube.com/watch?v=3lgTwheOKAY>> (katsottu 19.05.2021)

Gear Sports. 2021. Optical Vs. Inertial Motion Capture. <<https://www.gearssports.com/optical-vs-inertial-motion-capture/>> (luettu 10.05.2021).

Maxwell, Delle Rae 1983. Graphical Marionette: A Modern Day Pinocchio. (Opinnäytetyö) <<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/76176/11521682-MIT.pdf?sequence=2&isAllowed=y>> (luettu 2.4.2021)

Mäkelä, Saara 2020. Liikekaappaus ei-ihmishahmolle : Näyttelyasennon merkitys liikekaappauksessa. (Opinnäytetyö) <<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202005149020>> (luettu 19.05.2021)

Osipa, Jason 2010. Stop Staring: Facial Modelling and Animation Done Right 3<sup>rd</sup> ed., Sybex

Paulekman 2021. Facial Action Coding System. Saatavana: <https://www.paulekman.com/facial-action-coding-system/>

Serkis Andy 2017. Andy Serkis Breaks Down His Motion Capture Performances | WIRED

<https://www.youtube.com/watch?v=DpRLTfVEhMk&list=PL7d97lvE5NMYp5a1F4u41KYwDY1fo9x7j&index=13> – katsottu 07.5.2021

Seymor M. 2019. ENDGAME: The Remarkable Faces of Avengers: Thanos (Part 1) [https://www.fxguide.com/xfeatured/endgame-the-remarkable-faces-of-avengers-thanos-part-1/?fbclid=IwAR2BXoLM\\_yrxw1V1MDP\\_JLhnMapZ3b4OZb2clzdLAQpnSziJuH3IUYBeJk0](https://www.fxguide.com/xfeatured/endgame-the-remarkable-faces-of-avengers-thanos-part-1/?fbclid=IwAR2BXoLM_yrxw1V1MDP_JLhnMapZ3b4OZb2clzdLAQpnSziJuH3IUYBeJk0)

Vicon 2021. What is motion capture. <<https://www.vicon.com/about-us/what-is-motion-capture/>> (Luettu 22.1.2021)

### **Kuvalähteet**

Warner Bros. 2021. Here's How "The Hobbit" Dragon Looks Without Visual Effects. <https://www.businessinsider.com/hobbit-benedict-cumberbatch-motion-capture-smaug-2014-12?r=US&IR=T> (katsottu 11.05.2021)

Real Lusion. 2021. What Is Xsens? <https://mocap.reallusion.com/iclone-motion-live-mocap/xsens.html> (katsottu 11.05.2021)

Szunyoghy András 2013. Ihmisen anatomiaa taiteilijalle. H.f.ullmann publishing GmbH, Potsdam, Saksa.

## **Liitteet**

### **Projektityön valmis animaatio**

<https://youtu.be/BTWwEg5BYTg>