

# KOLMIULOTTEINEN KASVOANIMAATIO

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Mediatekniikan koulutusohjelma  
Teknisen visualisoinnin suuntautumisvaihtoehto  
Opinnäytetyö  
9.5.2006  
Tomi Pohjalainen

## **TIIVISTELMÄ**

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee kolmiulotteista kasvoanimaatiota ja kasvoanimaation luontiin käytettäviä tekniikoita ja huulisynkronisaatiota. Käytetty ohjelma on 3D Studio Max 7, mutta perusteet ovat samat millä tahansa mallinnusohjelmalla.

Teoriaosassa tutustutaan ihmisen käyttämiin ilmeisiin ja kasvojen elekieleen. Ihminen voi käyttää kasvojensa ilmeitä viestiessään toisille ihmisille tunteistaan, tarkoitusperistään tai yrittäessään huijata tarkkailijaansa ilmeellä, jonka tarkoituksena on peittää aito tunne. Ihmisen ylemmät silmäluomet kertovat ihmisen valppaudesta ja tarkkaavaisuudesta. Alempia silmäluomia ihminen käyttää ilmeen vahvistamiseen. Kulmakarvojen asennot kertovat ajatustoiminnasta, ja pään asennolla korostetaan sanomaa.

Kolmiulotteinen kasvoanimaatio vaatii erilaista lähestymistapaa kuin perinteinen animaatio. Kolmiulotteisen kasvoanimaation työkaluja ovat visimit eli visuaaliset äänteet (visual phonemes). Ne ovat suun asentoja tiettyä äännettä tehtäessä. Kaikista äänneistä, joista puhe koostuu, ei kannata tehdä erillistä visimiä. Monien äänneiden suun liikkeet ovat visuaalisesti samanoloisia tai ääni muodostuu suun alueella, millä ei ole vaikutusta animaatioon, kuten kurkussa.

Kasvojen rypyt kannattaa ottaa huomioon jo mallinnusvaiheessa toteuttamalla geometriaan valmiiksi linjat, joihin rypyt voidaan luoda tarpeen vaatiessa. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi mallinnuksessa on pyrittävä ympyrämäiseen geometriaan erityisesti suun ja silmien alueella.

Työn case-osassa tehtiin lyhyt kolmiulotteinen kasvoanimaatio. Animointi päätettiin toteuttaa morphaus-tekniikalla, jossa jokainen ilme mallinnetaan eri malliin. Ohjelma laskee näiden mallien väliset muutokset ja luo puuttuvat siirtymät. Kasvojen ja ilmeiden mallinnuksen jälkeen kasvot liitettiin animointia varten ohjaimiin, joiden avulla ohjattiin ilmeiden muutoksia. Tämän jälkeen näyteltiin ääniraita, joka analysoitiin visimeiksi. Lopuksi toteutettiin animointi.

Lopputuloksena tuli lyhyt, mutta suhteellisen hyvin onnistunut kasvoanimaatio, joka täytti sille määritellyt vaatimukset. Työ opetti, että onnistunut kasvoanimaatio vaatii harjoittelemista, jotta animointiin syntyisi kaivattu rutiini. Rutiinin avulla animointi voi olla nopeata ja vaivatonta. Visimien löytäminen oli vaikeata. Ääniraidan analysointi olisi kaivannut apuohjelmia, jotka tunnistaisivat ääniraidalta äänteet ja ehdottaisivat mahdollisia visimeitä.

Asiasanat: kasvoanimaatio, huulisynkronisaatio, animaatio, mallinnus, ilmeet, kasvot, 3D Studio Max, visimi

## **ABSTRACT**

---

This thesis deals with three dimensional facial animation, animation techniques and lipsync. The software used in this study was 3D Studio Max 7, but the principles of facial animation are the same in any other modelling software.

The objective of the theory part was to study facial expressions and the sign language of the face. Human beings use facial expressions to inform other humans about their feelings, what they really meant with something they said, or to hide their inner thoughts with a false expression. Upper lids are visual keys to an individual's alertness and lower lids are used to intensify all emotions. Brows are used as visual keys to thinking or feeling and head tilts are used to emphasize what that person is about to say.

Three dimensional facial animation needs a different approach than traditional two dimensional animation for making it look good. Expressions used in the making of three dimensional animation are called visimes, which stands for *visual phonemes*. Visimes are visual representations of lips while producing a certain phoneme. It is not necessary to make visimes out of every phoneme. Some phonemes are more or less identical in shape, so there is no need for repetition. Also, the part of the mouth used to produce the phoneme may not be significant for the animation to look real, for instance sounds made in the throat.

It is a good practice to create lines to the face model so that you can animate wrinkles if needed. To get a great looking animation you must provide your model with geometry that has circle-like flow especially around the mouth and the eyes.

The empirical part of this research consists of short facial animation. The animation was made with the morphing technique, where every expression is modelled as a different model and the program is used to morph between them. After the face and the expressions were completed, the face was wired to the control sliders so that the morphing could be easily controlled and animated. A soundtrack was recorded and analysed into visimes and then the actual animation was carried out.

The result was a short, but fairly well done, facial animation, which met the expectations. To make a good looking realistic facial animation you are required to spend hours to practise. It is not something you can master overnight. Finding visimes is hard. It would be helpful if you could use some program to analyse and find visimes more automatically from the soundtrack that you are about to use in the animation.

Key words: facial animation, lipsync, animation, modeling, face, expressions, visimes, 3D Studio Max

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TERMIT JA KÄSITTEET.....	1
3	ILMEET JA ÄÄNTEET.....	2
3.1	Ilmeiden merkityksistä.....	2
3.2	Ilmeet .....	5
3.3	Ääntäminen, äänteet, visimit.....	7
3.4	Sanoman korostaminen.....	12
3.4.1	Silmät.....	13
3.4.2	Kulmakarvat.....	14
3.4.3	Pään asennot.....	15
4	KASVOANIMAATION TEKNIIKAT.....	15
5	KASVOANIMAATION TEKEMINEN.....	20
5.1	Tekoprosessista.....	20
5.2	Mallinnuksesta.....	20
5.3	Animaatiosta.....	32
6	CASE: LYHYT KASVOANIMAATIO.....	33
6.1	Esittely.....	33
6.2	Määrittely.....	34
6.3	Mallinnus.....	35
6.4	Ilmeet .....	38
6.5	Weighting ja wire.....	42
6.5.1	Weighting .....	42
6.5.2	Wire.....	43
6.6	Animaatio.....	44
6.7	Teksturointi.....	46
7	PÄÄTÄNTÄ.....	49
	LÄHTEET.....	52
	KUVALÄHTEET.....	53
	LIITTEET.....	54

## 1 JOHDANTO

Kasvoanimaatio on vaikeimpia kolmiulotteisen animaation osa-alueita. Animaation katsojalla on alitajunnainen kuva siitä, miten ihminen elehtii puhuessaan ja miten huulet muodostavat sanoja. Kasvoanimaation tekemisessä pitäisi osata ottaa huomioon kaikki pienet yksityiskohdat, jotta katsoja ymmärtäisi ja hyväksyisi tietyn ilmeen aitona.

Aidonnäköistä kasvoanimaatiota odotetaan nykyään kaikissa hahmoanimaatioprojekteissa, kuten tv-sarjoissa, mainoksissa ja peleissä, joissa ei normaalisti ole suuria budjetteja käyttää animaation tekemiseen. Syynä tähän on elokuvateollisuuden antamat esimerkit uskottavasti kasvoanimaatiosta. (Doyle 2000, 51.)

Tämä opinnäytetyö käsittelee ihmisen ilmeitä, kasvojen elekieltä ja pohtii hiukan niiden merkityksiä ihmisten välisessä kommunikaatiossa. Käsitellään myös ääntämistä, kolmiulotteisen mallin mallinnuksessa huomioita vaativia kohtia ja itse animaation tekemistä.

Case-osiossa mallinnettiin kasvot ja animoitiin lyhyt puhe. Case tehtiin 3D Studio Max versio 7 -ohjelmistolla, jonka tekniikoihin opinnäytetyö perustuu. Opinnäytetyö perustuu kasvoanimaation tekemiseen mallinnusohjelmien perustyökaluilla ilman minkäänlaisen automaation tuomia etuja ja haittoja. Näin vastataan kysymykseen, miten helppoa tai vaikeata kotitekoisen kasvoanimaation tekeminen oikeasti on.

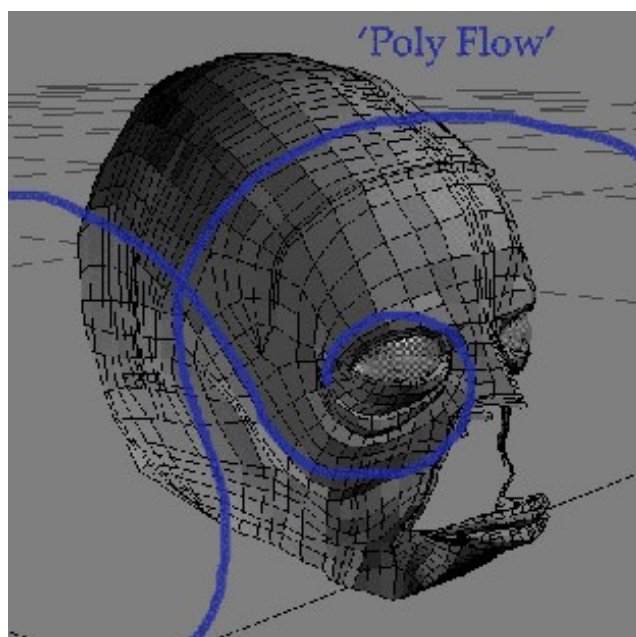
## 2 TERMIT JA KÄSITTEET

Muokkaajilla tarkoitetaan tässä työssä erilaisia 3D Studio Maxin modifier-työkaluja, joita voi lisätä objektille eräänlaiseksi pinoksi. Työssä puhutaan myös tämän pinon kaatamisesta, joka tarkoittaa sitä, että muokkaajien tekemät muutokset tehdään peruuttamattomaksi osaksi objektin geometriaa, eli muokkaajan tekemää muutosta geometriaan ei voi enää pinon kaatamisen jälkeen korjata.

Visimi on kolmiulotteiseen kasvoanimaatioon kuuluva käsite. Se tarkoittaa visuaalisia asentoa, missä suu on tiettyä äännettä tehtäessä (Kalberer, Müller & Van

Gool 2004, 269; Osipa 2003, 9).

Polygonien tai reunojen virtauksella (flow) tarkoitetaan sitä, miten polygonit tai reunat jatkuvat toisistaan ja muodostavat pehmeitä, jatkuvia, pintoja. Polygonien virtaus-käsitteeseen kuuluu myös pintojen liikesuunta eli se, mihin suuntaan jatkuva pinta rakentuu. (Gibbons 2006.) Kuvassa 1 on esimerkki polygonien virtaussuunnista.



Kuva 1: Polygonien virtausta (Gibbons)

### 3 ILMEET JA ÄÄNTEET

#### 3.1 Ilmeiden merkityksistä

Jokaisella ihmisellä on näkemys siitä, minkälainen ilmeen tulisi olla ihmisen kasvoilla tiettyä asiaa tai tunnetta ilmaistaessa. Usein ihmisen näkemys siitä, mitä tunnetta toinen ihminen voi kasvoillaan ja muilla ruumiineleillä viestiä, voi olla oikea, mutta välttämättä hän ei tiedä mahdollisen tunteen astetta tai oikeellisuutta (Hager 2006b), koska tunteen asteen ja oikeellisuuden mittaaminen pelkällä seuraamisella voi olla erittäin hankalaa. Monissa tutkimuksissa on todettu, että kasvonilmeistä voidaan saada tarkkaa tietoa tunteesta (Hager & Ekman 2006).

Näissä tutkimuksissa tarkkailijat pystyivät tunnistamaan negatiivisen tunteen positiivisesta, mutta tunteen tarkempi määrittely tuotti vaikeuksia, esimerkiksi erottaa toisistaan samanoloisia tunteita, kuten pelkoa vihasta. (Hager & Ekman 2006.) Vaikka ihminen on oppinut tehokkaan kommunikaatiovälineen, puhumisen, kasvojen antamat signaalit ovat silti suuri osa ihmisten välistä viestintää. Näillä signaaleilla ihminen korostaa ja painottaa sanomaansa. (Hager 2006d.)

Seuraamalla ihmisen kasvoja voidaan saada tietoa ihmisen tunteista, mutta oikeiden johtopäätösten tekemiseen vaikuttaa biologiset ja kulttuurilliset tekijät, jotka pitäisi pystyä tunnistamaan. Esimerkiksi samuraiden naisten sanottiin mieluummin hymyilevän kuin itkevän jos heidän rakkaansa kuolivat taistelussa (Hager & Ekman 2006). Tähän voi syynä olla mieluummin kulttuurin ja sukupuolen asettamat säännöt kuin se, että ilmeitä olisi opittu käyttämään eri lailla eri kulttuureissa (Hager & Ekman 2006). Tutkimuksista on käynyt ilmi, että ihmiset käyttävät samanlaisia ilmeitä ilmaistessaan samanlaisia tunteita ja tulkitsevat niitä samanoloisesti kulttuurista riippumatta (Hager & Ekman 2006). Kulttuurin asettamat säännöt voivat muokata tätä käytäntöä, mutta silloin kyseessä on mieluummin opittu toimintamalli kuin ”väärin” käytetty ilme. Tunteiden tunnistamista voi vaikeuttaa myös ihmisen anatomia. Esimerkiksi ihmisen kasvot voivat valehdella. Ihmiset, joilla on paksut kulmakarvat, voivat näyttää helpommin vihaisilta muille katsojille, vaikka he eivät oikeasti tuntisi sellaista tunnetta (Hager 2006c).

Ongelmalliseksi tunteen ja ilmeen liittämiseen toisiinsa tekee se, että tunteet ja niihin mahdollisesti liittyvät ilmeet eivät ole edes konsepteina universaaleita totuuksia, joihin kaikki psykologit voisivat yhtyä (Hager & Ekman 2006). Ilmeeseen voi liittyä tunnetta, tai sitten tunteeseen voi liittyä juuri vastainen ilme, jolla yritetään huijata seuraaja. Vaikka kasvonilmeiden mittausmenetelmät ja tutkimustavat ovat parantuneet aikakausien saatossa, ei se vielä merkitse, että kasvonilmeistä voisi kertoa tarkasti ja vivahteikkaasti ihmisen sisimmistä tunteista.

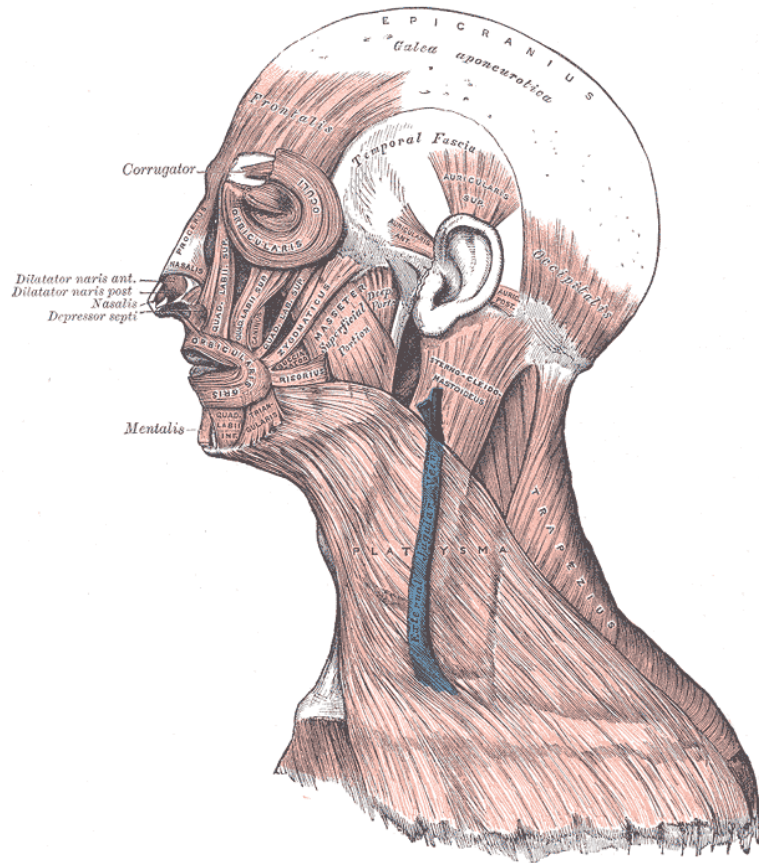
Kasvonilmeiden päätarkoitukseen ei ole myöskään selvää yhtä vastausta. Kasvonilmeiden tarkoitus voisi olla kommunikaationallinen, eli ne kertovat jotain ihmisen tarkoitusperästä tai sisäisestä tilasta toiselle ihmiselle (Hager & Ekman 2006; Hager 2006g). Kasvonilmeiden päätarkoitus voi myös olla, että tietty ilme on sisäkirjoitettu biologinen vaste tietylle tunteelle (Hager & Ekman 2006) eli kasvonilmeet olisivat osa tunteen tuntemisen prosessia (Hager 2006g). Tällöin

tunne määräisi kasvonilmeen ja toimisi perustana suurelle osaa ihmisen käyttäytymismalleja (Hager 2006g).

Kasvonilmeitä ihmisellä voi olla tarkempien tutkimusmenetelmien perusteella tuhansia erilaisia. Tietenkään kaikille ilmeille ja niihin mahdollisesti liittyville tunteille ei ole omaa nimeä, vaan ne ovat usein samaatarkoittavia. Tutkimuksien perusteella on tehty yleishyödyllisiä työkaluja, jollaisia on esimerkiksi FACS (Facial Action Coding System), jonka kehittivät Paul Ekman, Wallace Friesden (Lander 2000a) ja Joseph Hager (Hager 2006h). FACS kehitettiin 1970-luvulla, ja sen tarkoituksena oli selvittää, miten kasvojen alueen lihakset muokkaavat kasvojen ulkonäköä ja kategorisoimaan jokainen kasvojen liike. FACS kehitettiin tutkivalta videokuvaa kasvojen liikkeistä ja siitä päättelemällä, mikä lihas vaikuttaa kasvojen ihoon mitenkin ja miten lihasten liikkeet erosivat toisistaan. Sen ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1978. (Hager 2006a.) FACS perustuu lihasten ja lihasryhmien mittauksiin, joista muodostettiin toimintayksikköjä (action units). FACS kuvailee noin viisikymmentä erilaista toimintayksikköä, joiden avulla saadaan aikaan tuhansia kasvojen ilmeitä (Lander 2000a). Tätä tietoa käytetään hyväksi esimerkiksi animaatioteollisuudessa. FACS on ostettavissa tänäkin päivänä.

Ihmisellä on kasvoissaan noin 20 lihasta, joista kaikki eivät näy kuvassa 2. Jokainen lihas voi olla osana monessa ilmeessä. Jotkut lihakset ovat aina mukana vain tietyntylaisessa ilmeessä, kuten esimerkiksi zygomatic major, joka on aina mukana vain hymyssä, ei ikinä surullisissa ilmeissä (Hager & Ekman 2006). Kasvojen lihakset ovat samanoloisia kuin muuallakin kehossa, mutta niissä on myös joitakin erilaisuuksia. Esimerkiksi kasvojen lihaksilla ei aina ole vastakkaista työtä tekevää lihasta, kuten esimerkiksi käsivarsien lihaksissa (ojentaja ja koukista). Kudos, johon lihas vaikuttaa, palautuu takaisin normaaliksi, koska se vastustaa muutosta. (Hager 2006f.) Tutkijat eivät ole myöskään varmoja, ovatko kasvojen lihakset ”tietoisia” siitä, missä tilassa ne ovat, esimerkiksi tietoisia, miten venynyt lihas on, kuten monet muut ruumiin lihakset ovat. (Hager 2006f.)





Kuva 2: Kasvojen lihakset (Gray)

### 3.2 Ilmeet

Kasvonilmeet voidaan kategorisoida noin kuuteen eri tunteeseen. Näiden yhdistelmillä voidaan saada aikaan sitten muita, monimutkaisempia tunteiden ilmaisuja. Muitakin tunteita on olemassa, joilla on omat kasvonilmeensä, mutta tässä esitellään ne yleisimmät. Harvinaisempia on esimerkiksi häpeä ja hätkähtäminen, jotka eroavat vain vähän pelästymisestä ja inhosta.

#### Ilo

Suu nauraa suljettuna tai aukinaisena, posket pullistuvat, silmät kapenevat (Lander 2000a). Iloisuus on yleisesti universaalein ja selvästi eniten kuvattu ilme. Mutta iloinen ilme on myös eniten harjoitettu ilme, koska sitä käytetään niin usein (Hager 2006b).

### Suru

Suun reunat liikkuvat alaspäin, kulmakarvat laskevat, ylemmät silmäluomet laskevat (Lander 2000a). Suruun ei välttämättä kuulu kyyneleitä, eivätkä kyyneleet kuvaa välttämättä mitään tiettyä tunnetta. Amerikassa miesten surun näyttäminen oli pitkään kulttuurisen sensuurin alla kun taas naisilta se oli sallitumpaa (Hager 2006b).

### Viha

Kulmakarvat lähenet toisiaan ja laskevat alas, ylemmät silmäluomet nousevat, huulet ovat kiinni tai näyttävät hampaat (Lander 2000a). Vihassa on selvää sukupuolittumista. Pitkään naisilta oli vihan näyttäminen kielletty, kun taas miehiltä se oli huomattavasti sallitumpaa, ainakin länsimaissa (Hager 2006b).

### Pelko

Kulmakarvat nousevat ja lähenevät toisiaan, ylemmät silmäluomet nousevat, alemmat silmäluomet nousevat ylöspäin, suu aukeaa ja suun reunat liikkuvat alas ja ulospäin (Lander 2000a). Aito pelko on harvinaisempi tunne, ainakin niissä kulttuureissa missä on hyvä henkilökohtainen turvallisuus (Hager 2006b).

### Inho

Ylähuulien keskikohta nousee ylös näyttäen hampaat, kulmakarvat lähenevät toisiansa ja nenän varteen muodostuu ryppyjä (Lander 2000a). Kasvot näyttävät myös inhoa tiettyjä vastenmielisiä tai loukkaavia asioita kohtaan. Esimerkiksi pahat hajut ovat hyvä tyyli saada aikaan inhoreaktioita Joskus inhoa käytetään myös kertomaan mielipiteitä asioihin, vaikka asiaan ei liittyisi aitoa inhoa. (Hager 2006b.)

### Yllättyminen

Kulmakarvat nousevat ylös ja kaareutuvat, ylemmät silmäluomet nousevat ja suu aukeaa (Lander 2000a). Aitoja yllätyksiä on oikeasti vaikea havaita, koska ne yleensä liittyvät täysin yllätyksellisiin tilanteisiin. Lyhyttä yllätyksilmettä seuraa yleensä toinen ilme, joka vastaa yllätyksen tuottaneeseen tilanteeseen (Hager 2006b). Näitä yllätyksestä jatkuvia ilmeitä voivat olla melkeinpä kaikki muut ilmeet.

Spontaaneiden ilmeiden ja tunteiden lisäksi, mitä yläpuolella lähinnä esiteltiin, on olemassa myös harjoiteltuja ilmeitä, joiden tarkoituksena on peittää aito tunnettu tunne. Tutkimuksista voidaan vetää sellaisia johtopäätöksiä, että spontaanin ja harjoitellun, ehkä jopa valheellisen ilmeen, välillä voisi olla eroja. Lihakset liikkuvat asymmetrisesti useammin harjoitellussa ilmeessä kuin spontaanissa ilmeessä ja usein harjoitellun ilmeen vasemman puolen liike oli vahvempaa (Hager & Ekman 2006) eli spontaanit ilmeet olivat useammin symmetrisempiä ilmeitä kuin harjoitellut ilmeet. Tästä voi päätellä, että symmetrisyys on myös yksi avain tunteen mittaamiseen eli siihen tunteeko kohde tunnetta oikeasti (Hager & Ekman 2006).

### **3.3 Ääntäminen, äänteet, visimit**

Englannin kieli on otettu tässä työssä käsiteltäväksi kieleksi, koska suurin osa kasvoanimaatiota käsittelevästä materiaalista on englanniksi ja näin teoriaa voidaan suoraan soveltaa muuttamatta sitä ensin sopimaan suomen kielelle. Osa visimeistä sopii suoraan käytettäväksi myös suomen kieleen.

Ihmisen kyky kommunikoida syntyy palleasta, joka saa ilman liikkeelle. Keuhkoista ilma virtaa äänihuulien väliin jäävän ääniraon eli glottiksen läpi ääniväylään, joka jakaantuu suu- ja nenäväylään. Äänihuulet saavat aikaan jaksollista värähtelyä, joka synnyttää äänelle soinnillisen herätteen, jota ääniväylä edelleen muokkaa. Lopulta ääni poistuu suun tai nenän kautta ymmärrettävänä puheena. (Lemmetty 2006.)

Englannin kielessä on noin kolmekymmentäviisi erilaista äänettä (Lander 2000 b), kun taas suomen kielessä niitä on noin kaksikymmentäneljä (Lemmetty 2006). Kaikkia nämä äänteet eivät ole animaation tekemisen kannalta tärkeitä. Näistä englannin kolmestakymmenestäviidestä erilaisesta äänneestä on noin kolmetoista kappaletta huomioon otettavia. Lukuun kolmetoista päästään, kun äänneistä yhdistetään ne äänteet, joissa suu vaikuttaisi olevan samassa asennossa, ja poistetaan ne äänneet, mihin ei kuulu kasvojen ulkoisia muutoksia (suun asennon muutoksia), koska näkymättömiin tapahtumiin ei kannata keskittyä. (Lander 2000b.) Näistä jäljelle jääneistä äänneistä kannattaa luoda visuaalisia äänneiden kuvaelmia, mitä kutsutaan visimeiksi. Visimi on yhdistelmä sanoista visual phonemes (vi-

suaalinen äänne). Visimit ovat siis visuaalinen esitys tietyille äänneille eli minkälaisessa asennossa suu on tiettyä äännettä tehtäessä. (Kalberer ym. 2004, 269; Osipa 2003, 9.)

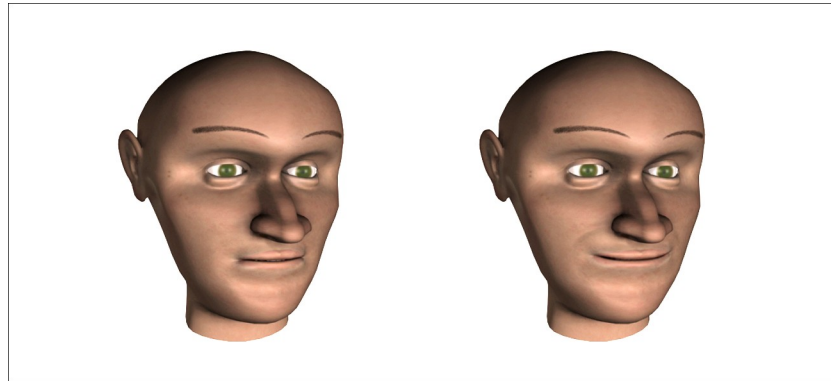
Visimit eivät ole mitenkään absoluuttisia, joten niiden käytössä on käytettävä paljon artistista vapautta, eli tekijän on päätettävä, mikä näyttää hyvältä ja ennen kaikkea toimivalta ratkaisulta. Syynä tähän on se, että yhtä visimiä voi käyttää monissa äänneissä ja visimi täyttää tietyn äänneen perusilmeen, mutta muokkaantuu tapauskohtaisesti. Toisin sanoen v-äänne ei ole joka kerta samanlainen, vaan se muokkaantuu tapauskohtaisesti suhteessa muihin äänneisiin sen ympärillä. Puhuessaan ihminen ei artikuloi jokaista äännettä aina samanlailla ja yhtä tarkasti. Suu ei toista jokaista ilmettä aina ihan samalla tavalla, vaan osa äänneiden ilmeistä sulautuu toisiinsa. (Osipa 2003, 7.) Visimit ovat siis suhteellisia, ja niitä voidaan käyttää apuna vain kolmiulotteisen kasvoanimaation tekemisessä. Visimit eivät välttämättä sovellu täysin edes kaksiulotteiseen animaatioon, koska perinteisessä kaksiulotteisessa animaatioissa jokainen ruutu piti tehdä erikseen ja pieni hyppiminen kuului tyyliin, kun taas kolmiulotteisessa nykiminen ja hyppiminen rikkovat helpommin animaation uskottavuuden. (Osipa 2003, 9.)

Niistä äänneistä, mistä visimeitä kannattaa tehdä, löytyy erilaisia näkökulmia. Osassa lähdemateriaalista visimeitä pidetään relatiivisina ja suuntaa-antavina mieluummin kuin ehdottomina sääntöinä (Osipa 2003, 11–12). Tämän takia visimeitä voi olla vain seitsemän, joita käytetään muuntelemalla kaikkien äänneiden tekemiseen, kuten Jason Osipan Stop Staring kirjassa (2003, 10, 48–54). Toisissa lähteissä visimeitä mainitaan kolmestatoista (Lander 2000a) aina viiteenkymmeneen asti (Kalberer ym. 2004, 269). Seuraavaksi on esitelty Jason Osipan kirjasta seitsemän visimiä ja erilliset ”suu auki” -äänneet. Loput äänneet Jason Osipa tekee yhdistelemällä suu auki/kiinni ilmeitä ja muita tunnettuja visimeitä (2003, 52). Jason Osipan mallissa vain visimit ovat määrätympiä muotoja, vaikka niihinkin voidaan lisätä tarpeellinen määrä muita komponentteja, että saadaan aikaiseksi haluttu ilme tietylle äänneelle (2003, 11).

### B, M, P -visimi

B, M, P -visimissä huulet ovat selvästi suljettuina. Tähän voidaan lisätä mitä tahansa ilmettä, kuten hymyilyä, kunhan vain suu on kiinni. Visimiä käytetään esimerkiksi sanojen **murder** ja **bomb** ääntämisessä. (Osipa 2003, 50.) Kuvassa 3 va-

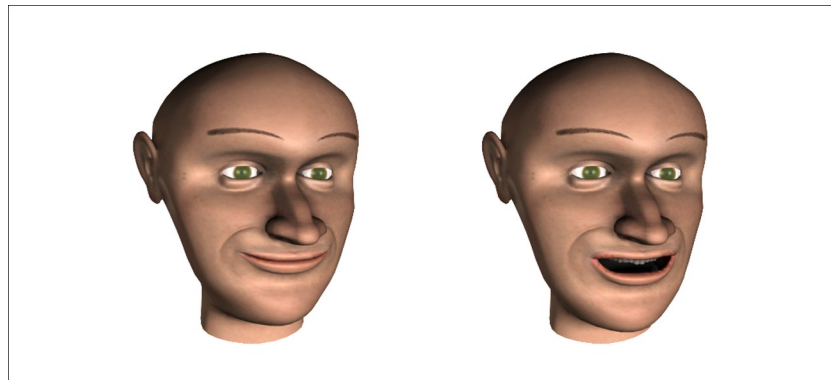
semmalla on normaali visimi, oikealla leveämpi versio visimistä.



*Kuva 3: B,M,P -visimi*

### EE-visimi

EE -visimi on leveähuulinen visimi. Visimissä voi olla esimerkiksi suu auki, kunhan huulet ovat leveät. Visimiä käytetään esimerkiksi sanojen cheese ja me ääntämisessä. (Osipa 2003, 50.) Kuvassa 4 on vasemmalla normaali visimi, oikealla sama visimi, mutta suuta on avattu hiukan.

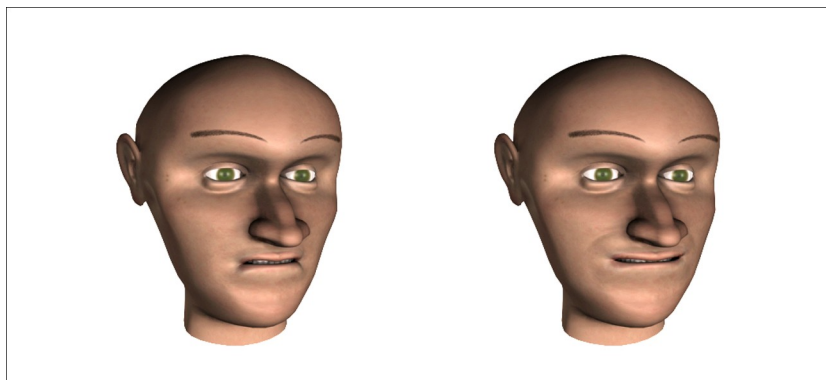


*Kuva 4: EE-visimi*

### F, V -visimi

F, V -visimissä alahuuli rullautuu sisäänpäin ja koskettaa ylähampaita ja ylähuuli voi nousta hiukan. Visimiä käytetään esimerkiksi sanojen fire ja fight ääntämisessä. (Osipa 2003, 50.) Kuvassa 5 on vasemmalla normaali visimi ja oikealla le-

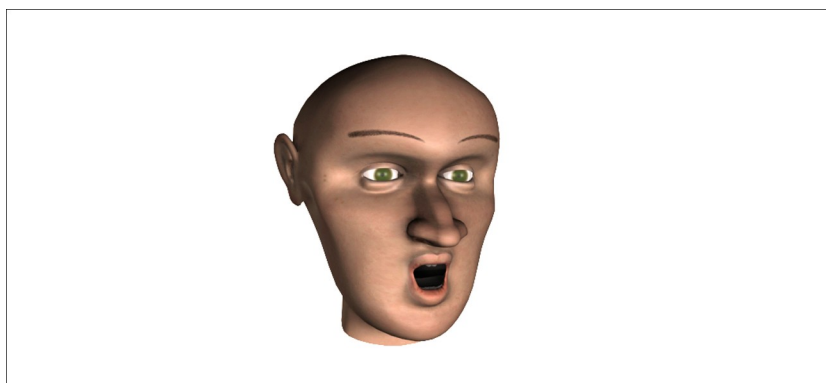
veämpi versio samasta visimistä.



*Kuva 5: F, V-visimi*

### OO-visimi

OO -visimi on päinvastaisesti EE-visimiin verrattuna kapea visimi. Siihen sekoituu huonosti muut ilmeet, eli OO-visimi on aika absoluuttinen. Visimiä käytetään esimerkiksi sanojen **use** ja **fool** ääntämisessä. (Osipa 2003, 51.) Kuvassa 6 on OO-visimi.

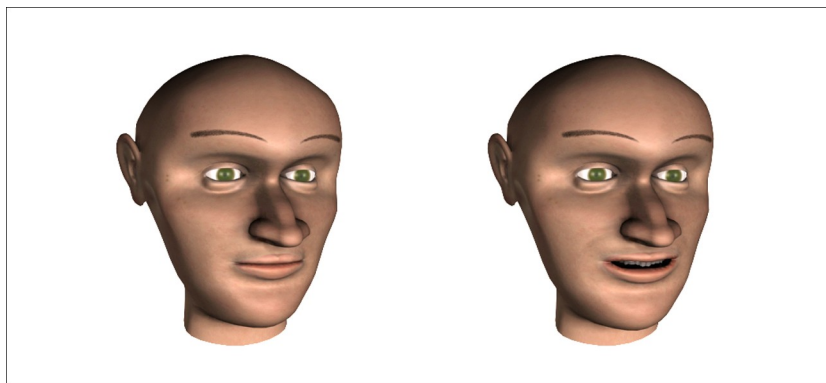


*Kuva 6: OO -visimi*

### IH, T, S -visimi

IH, T, S -visimiä voidaan käyttää myös D, SH, TH, NG, J, H -äänteiden visiminä. Visimi on suhteellinen ympäröiviin äänteisiin nähden, se on hiukan leveämpi kuin edellinen asento, joten se voi olla suhteessa leveämpi kuin perusasento (ns.

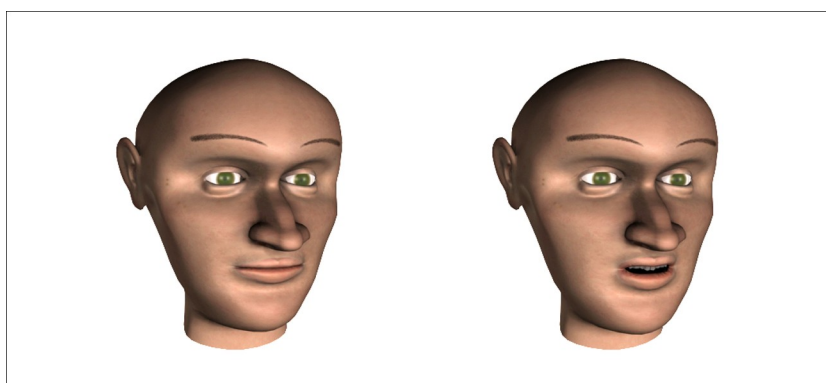
lepoasento).D, SH, TH, NG, J, H -äänteille voidaan käyttää IH, T, S -visimiä myös, niiden erot ovat pieniä. TH:ssa kieli asettuu hampaiden väliin, kun taas NG on kurkkuäänne. Visimiä käytetään esimerkiksi sanojen *trip*, *snip*, *beat* ja *traffic* ääntämisessä. (Osipa 2003, 51–52.) Kuvassa 7 vasemmalla ns.lepoasento, eli kasvojen perusasento, ja oikealla visimi.



*Kuva 7: IH, T, S -visimi*

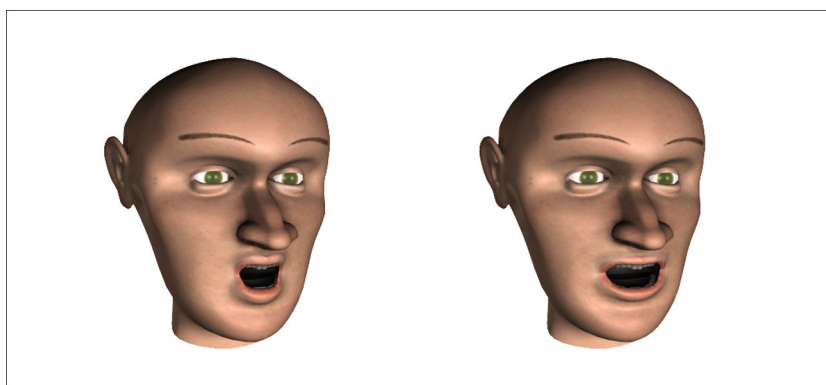
### R-visimi

R-visimi on suhteellinen, kapeampi visimi. Se on hiukan kapeampi kuin edellinen asento. Visimiä käytetään esimerkiksi sanojen *car* ja *road* ääntämisessä. (Osipa 2003, 52.)



*Kuva 8: R-visimi*

Jason Osipa listaa myös äänneitä, joita hän ei laske visimeiksi. OH, UH, AW ovat suu auki ilmeitä, missä huulet ovat hiukan kapeat. Suun aukinaisuus määräytyy suhteessa ympäröiviin asentoihin. EH, AH, UH ovat myös suu auki ilmeitä, mutta huulet ovat niissä hiukan leveämmät kuin ympäröivissä ilmeissä. Visimiä käytetään esimerkiksi sanojen fun, some, thunder, snow, foe, Oxford, golly, lawn, blast ja bat ääntämisessä. L- ja N-äänneet ovat myös suu auki ilmeitä, niissä kieli tekee suurimman osan työstä, lähinnä nousee ylöspäin. Niitä äänneitä, joita ei mainittu, Jason Osipa ei pidä tärkeinä ja ehdottaa käyttämään lähinnä olevaa äännettä. (2003, 52-53.) Kuvassa 9 on kaksi suu auki ilmettä. Vasemmalla OH-äänneen ilme ja oikealla UH-äänneen.



*Kuva 9: Suu auki ilmeet*

### **3.4 Sanoman korostaminen**

Sanoman korostamiseen ihminen käyttää ruumiinsa elekielen lisäksi kasvojensa monipuolisia viestimiä eli silmiä, kulmakarvoja, otsan ja poskien ryppyjä ja pään asentoa, jotka ovat muuttuvia viestimiä. Muuttumattomampia viestimiä on esimerkiksi kasvojen koko ja malli, suun muoto ja paikka. (Hager 2006e.) Kasvojen ilmeet koostuvat yleensä monen yhtäaikaisen viestimen signaalista, jotka luovat kokonaisen eleen.

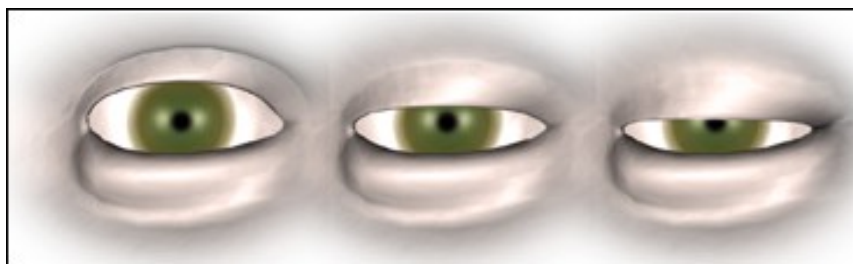
Ihminen aloittaa sanomansa korostamisen ennen kuin hän sanoo asiansa, eli kasvoille muodostuu mahdollinen ilme hiukan ennen kuin hän saa sanottua asiansa, koska ihminen ajattelee ennen kuin tekee. Ero ei ole suuri, vain sekunnin osia. (Osipa 2003, 22.)



### 3.4.1 Silmät

Ihminen käyttää silmiään ympäristön tarkastelun lisäksi myös viestinnän apuna. Vaikka kulmakarvoja pidetään tärkeimpänä kasvojen viestijänä, niin ihminen kuitenkin tarkastelee puhujan pupilleja ja silmäluomia. Pupillien ja silmäluomien suhde voi kertoa paljon ihmisen tilasta, hänen valppaudesta ja väsymyksestään. (Osipa 2003, 25.)

Yläluomet ovat melkeinpä tärkeimmät ihmisen visuaalinen valppauden mittarit, huomattavasti tärkeämmät kuin kulmakarvat. Mitä ylempänä yläluomet ovat, sitä valppaampi ihminen, eli silmä ottaa vastaan enemmän valoa. Kun yläluomet eivät peitä iiristä, ihminen näyttää olevan valppaimmillaan. Kun yläluomet peittävät osan iiriksestä ja pupillista, se kertoo vähäisestä valppaudesta (väsymyksestä), kuten kuvasta 10 käy ilmi. (Osipa 2003, 25–24.) Kuvassa vasemmalla on valpas, keskellä normaali ja oikealla väsynyt.

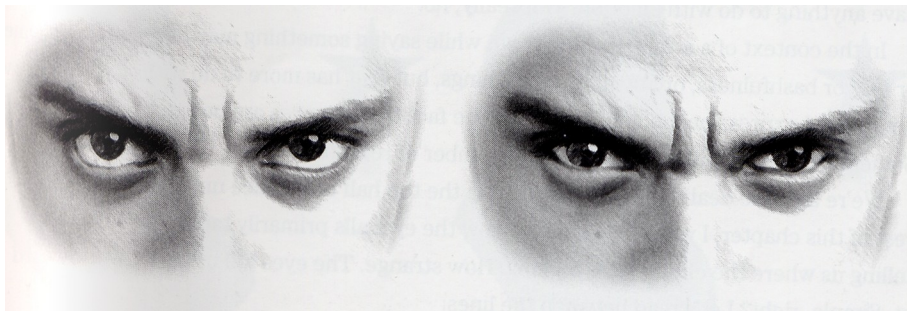


Kuva 10: Yläluomen suhde pupilliin

Yläluomien asema on suhteellinen iirikseen ja pupilliin. Pupillien ja iiriksen paikat kertovat, kuinka avoimet ihmisen luomet oikeasti ovat, ilman niitä aukinaisuuden päättely voisi olla huomattavasti vaikeampaa. Yläluomet nousevat ylöspäin, kun pupilli nousee. Muuten ihminen näyttäisi aina ylöspäin katsoessaan väsyneeltä.

Alaluomen liikkeessä liikkuu luomen lisäksi myös *orbicularis oculi* -lihas, joka hallitsee poskien yläosaa. Alaluomen liikkuminen vaikuttaa posken lisäksi myös ohimoon ja ihoon silmän ja korvan välillä. (Osipa 2003, 26.) Alaluomia ihminen käyttää lähinnä vahvistamaan eleitä, ne eivät välttämättä kerro mitään valppau-

desta tai tietystä tunteesta (Osipa 2003, 28). Kuvassa 11 oikealla on käytetty alaluomia vahvistamaan vihaa intensiivisemmäksi. Alaluomet eivät ole vain käytettävissä kuvatussa vihaa, vaan niitä käytetään myös muissa tunteissa.



*Kuva 11: Alaluomen käyttö vaikutuksen lisäämisessä (Osipa 2003)*

### **3.4.2 Kulmakarvat**

Kulmakarvat voivat nousta, laskea tai puristua toisiaan kohti. Kulmakarvat eivät yksinään kerro mitään, mitä ihmisen pään sisällä voisi tapahtua, vaan yhdessä silmien ja silmäluomien kanssa ne muodostavat kasvoille ilmeen, jonka voi yhdistää tiettyyn tunteeseen.

Ihminen voi käyttää kulmakarvojen laskemista osana vihan tunnetta, kun taas kulmakarvojen nostamista voidaan käyttää hämmästyksen, huutamisen tai valppauden lisääntymisen yhteydessä. Kulmakarvojen nostaminen tai laskeminen ei yleensä yksin kerro mitään eleestä, vaan se yhdistyy monesti kulmakarvojen puristumiseen.

Kulmakarvojen puristumista toisiaan kohti tapahtuu esimerkiksi vihaa, ihmettelyä ja surua kuvaavissa ilmeissä. Kulmakarvojen puristuminen toisiaan kohti on osana melkein kaikissa ilmeissä, joihin ihmiskasvot pystyvät. Yleensä puristuminen kuvaa sitä, että ihminen ajattelee tai tuntee jotain. (Osipa 2003, 23.)

### 3.4.3 Pään asennot

Ihminen puhuessaan liikuttaa paljon päätään: nyökkäilee, kääntelee ja nojailee eteen- ja taaksepäin. Jokaisella ilmeellä on pään perusasento, joka parhaiten korostaa eleen sanomaa (Osipa 2003, 42). Pään asennolla pystytään vaikuttamaan esimerkiksi siihen, miten korkeilta kulmakarvojen nostaminen oikeasti näytti. Pään kääntämisellä eteenpäin voidaan saada aikaan vahvempi vihan ilme, koska kulmakarvat näyttävät olevan alempana, ihminen näyttää katsovan ikään kuin kulmakarvojensa alta. Mitä lähempänä silmät ja kulmakarvat näyttävät olevan sen alempana kulmakarvat näyttävät olevan. (Osipa 2003, 42.)

Pään asennon muuttaminen voi muuttaa myös ilmeen tarkoitusta. Esimerkiksi, jos ihminen hymyilee, sillä on vaikutusta, hymyileekö hän pään nojatessa eteenpäin vai taaksepäin. Eteenpäin nojatessa hymy voi muuttua hullun hymyksi tai pahoja aikeita olevaksi. Ilmeeseen voidaan lisätä ihmetystä esimerkiksi pienellä sivuttaisella käännöllä. (Osipa 2003, 43.)

## 4 KASVOANIMAATION TEKNIIKAT

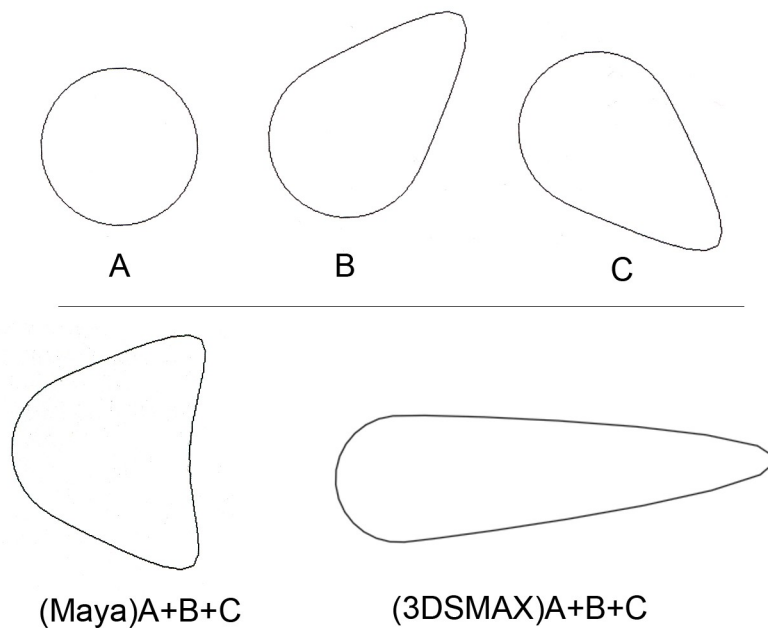
Tässä luvussa viitataan 3D Studio Maxin mallinnustyyliin. Niitä ovat bezierohjaimiin perustuvat patch-mallinnus, orgaanisiin muotoihin hyvin käyvä NURBS-mallinnus, polygonimallinnus ja siitä kehittyneempi subdivision-mallinnus. Kaikki nämä tyyli on esitelty kasvomallinnusta silmälläpitäen tarkemmin Tomi Pohjalaisen työpajaseminaarityössä Kasvomallinnuksen tekniikat (2004).

Kasvoanimaatiossa yleisesti käytetty animointitekniikka on morphaus. Morphauksessa kaksi, tai useampi, muotoa vaikuttavat lähtömuotoon saaden aikaan yhdistelmämuodon. Alkuperäiseen lähtömuotoon lisätään päämäärämuodon muutokset vain niiltä kohdista, missä muutosta on tapahtunut. On olemassa vähintään kaksi morphauksen lajia: normaali morphaus ja additiivinen morphaus.

Additiivisessa morphauksessa lähtömuoto muuttuu toiseksi lisäämällä lähtömuotoon lähtömuodon ja lopullisen muodon välisen erotuksen (Osipa 2003, 112–113). Kolmiulotteista mallinnusta esimerkkinä käyttäen vain ne verteksit siirtyvät, mihin kohdemuoto vaikuttaa. Jos lähtömuotoon vaikuttaa yhtä aikaa enem-

män kuin yksi muoto, silloin lopullinen muoto on näiden vaikuttavien muotojen muutosten summa.

Normaali morphaus eroaa tästä niin, että sillä tehtynä kahden vaikuttavan muodon muutosten keskiarvo vaikuttaisi alkuperäiseen muotoon (Osipa 2003, 113). Kaksi päinvastaisiin suuntiin tapahtuvaa muutosta tekisi lopputulokseksi keskelle muodostuvan muodon. 3D Studio Maxin Morpher muokkaaja on normaalia morphausta käyttävä työkalu, kun taas Mayan blend shape on addatiivista morphausta käyttävä (Osipa 2003, 113). Addatiivinen morphaus olisi tekniikka parempi, koska siinä muoto vaikuttaa lopputulokseen tekemättä kompromisseja (Osipa 2003, 113). Kuvassa 12 on kolme muotoa: A, B ja C. Alapuolella on Mayan additiivisen morphauksen lopputulos vasemmalla ja oikealla 3DS Maxin lopputulos samanloisista muodoista.



Kuva 12: Morphauksen erot

Morphaus-tekniikan yksi huomioon otettavista piirteistä on se, että toisiinsa vaikuttavien asentojen tulee olla lähtöisin alkuperäisestä mallista, johon vain tarvittavat muutokset mallinnetaan. Kasvoanimaation tapauksessa alkuperäisen kasvojen kannattaa olla mahdollisimman neutraalit, erityisesti suun kannattaa olla suljettuna. Suljetun suun perusasento on perusteltua, koska perusasennosta pystyy

paremmin siirtymään muihin asentoihin. Ei tarvitse ensin poistaa suun perusasentoa päästäkseen toiseen asentoon.

*If your default shape is smiling, then building a Narrow, a Frown, and a Lips Up, etc., and mixing those all together – every one of them is likely to have an element of 'un-Smile' (Osipa 2003, 115).*

Muodosta ei kannata joutua poistamaan tiettyä muutosta, koska se moninkertaistuu, kun käytetään monia muotoja yhtäaikaaisesti.

Koska morphaus lisää muutokset toisiinsa, ei kannata mallintaa kuin yksi ilme yhteen malliin. Esimerkiksi sierainten nostoa ei kannata mallintaa suoraan ylähuulien nostoon, koska sitä tarvitaan muissakin ilmeissä (kuten murjotuksen tekemiseen). Morphaus-tekniikan sääntöihin kuuluu, että jokaisessa kohdemallissa pitää olla yhtä monta verteksiä kuin lähtömallissa, joten verteksien tuhoaminen ja lisääminen uuteen malliin ei ole mahdollista. Siksi lähtömallin pitää olla täysin valmis ennen kuin muita kohdemalleja aletaan tehdä.

Morphausta pystyy tekemään kaikilla mallinnustekniikoille, joita 3D Studio Maxista löytyy. Huomattavaa on, että ne mallinnustekniikat, joissa mallinnetaan Bezier-ohjainten (patch-mallinnus) tai NURBS:ien pintamuokkausta käyttäen, voivat morphautuessaan muuttaa pintaa kauempaa kuin pelkästään muutetusta kohdasta. Näin muutos voi vaikuttaa alueisiin mihin ei välttämättä tarvitsisi koskea. Tietenkin pinnan muuttuminen pidemmältä matkalta on realistista, esimerkiksi ihmisen kasvoissa. Polygonimallinnuksella tehtynä pinnan muutos voi helposti loppua seuraavaan reunaan.

Morphaus-tekniikan hyvänä puolena on täydellinen kontrolli lopputuloksesta ainakin yhden ilmeen kohdalla ja lopputulokseen päästään ilman monimutkaisten ohjaimien ja luuston asettelua, jotka voivat tuottaa tulevaisuudessa omia ongelmia (Osipa 2003, 108). Morphaus-tekniikan ehdottamana huonona puolena on se, että se sisältää paljon mallinnusta ja jos vaaditaan uusia ilmeitä, pitää animaatio-prosessi pysäyttää ja mallintaa lisää (Lander 2000a). Mitä enemmän ilmeitä ja ilmeiden osia pitää tehdä, sen enemmän mallinnettavaa ja erillisiä malleja. Kohdemallien tekemistä ei kannata aloittaa ennen kuin on täysin varmaa, ettei lähtömallille enää tehdä muutoksia. Kaikki muutokset pitäisi tehdä täysin samanlaisena jo-

kaiseen kohdemalliin. Pienikin verteksin paikan poikkeavuus näkyy epätoivottuna animaationa. Myös ilmeiden vaikutukset toisiinsa pitää tarkastaa ennen animointia, ettei yhdistelmä tee mitään odottamatonta.

Kasvoanimaation tekemiseen on muitakin mahdollisuuksia, ja joissain tapauksissa ne voivat olla ne ainoat käyttökelpoiset työkalut. Toinen lähestymistapa on mallin liittäminen luu- ja ohjausjärjestelmiin. 3D Studio Maxissa mikä tahansa objekti voi olla kontrolliohjekti toiselle mallille, tai paremminkin mallin geometrialle, vaikka lopullisessa työssä näkymättömiä luu-kontrolliohjekteja, boneja, suositaan tähän tehtävään.

Yleensä luiden ja ohjainten käyttöä suositellaan, kun animoidaan koko ihmistä, koska ihmisen mahdollisia asentoja on aivan liikaa mallinnettavaksi ja käytettäväksi morphaus-tekniikan tavoin. Luiden ja muiden kontrolliohjektien toiminta perustuu pinnan verteksin etäisyyteen kontrolliohjektista. Verteksi pyrkii säilyttämään asemansa luuhun nähden, kun luu liikkuu. Yhdellä verteksillä voi olla monia kontrolliohjekteja, ja näiden vaikutusta verteksin asemaan määritellään painotusarvoilla. Mitä suurempi painotusarvo jollain kontrolliohjektilla verteksiin on, sitä enemmän verteksi liikkuu kontrolliohjektin mukaisesti. Painoarvot ilmoitetaan prosentteihin verrattavissa olevissa yksiköissä: 1,0 on sataprosenttinen painotus tälle verteksille, tälle kontrolliohjektille. Jos verteksillä ei ole kuin yksi kontrolliohjekti, niin silloinkin painotus voi olla alle yhden. Silloin verteksi ei vaan siirry samaa matkaa kun kontrolliohjekti, vaan se jää hiukan jälkeen.

Kasvoanimaation pystyy tekemään myös luilla ja muilla kontrolliohjekteilla. Tällöin geometrian alle laitetaan monia kontrolliohjekteja, joihin iho sitten painotetaan. 3D Studio Maxissa sen voi tehdä esimerkiksi Skin muokkaajalla. Se on muokkaaja, jolla valitulle geometrian alueelle voidaan määrätä useita luita ja muokata näiden luiden vaikutusalueita ja painotusarvoja esimerkiksi ns. envelopejen avulla. Envelopet ovat luiden vaikutusalueiden visuaalisia muokkaajia, joilla voidaan määrätä nopeasti suuri määrä verteksejä tietyille luille ja muokata verteksien painotusarvoja. Envelopet ovat yleensä epätarkkoja, ja niillä usein jää yksittäisiä verteksejä joko väärälle luulle tai ilman kontrolliohjektia. Itse animaatio tapahtuisi kontrolliohjektien paikkaa muuttamalla.

Kontrolliobjektit voivat ohjata kaikkia pintoja, joita 3D Studio Maxista löytyy, mukaan lukien laskennalliset NURBS-käyrien väliin luotavat pinnat. NURBS-pintojen kummallakin hallintatyypillä luodut pinnat toimivat, eli kontrollipisteiden (point) ja CV-pisteiden avulla hallittavat. Ero syntyy siinä, että kontrollipisteet, jotka kontrolloivat suoraan pintaa, muokkaavat pintaa pienemmillä muutoksilla. Jos CV-piste ja kontrollipiste ohjattujen pintojen kontrolliobjektit nostaa samalle korkeudelle, kontrollipisteiden avulla ohjattu pinta nousee korkeammalle. Tähänkin tietenkin voi vaikuttaa painottamalla pisteitä.

Kontrolliobjekteihin perustuvaa kasvoanimaatiota voidaan joutua käyttämään esimerkiksi reaaliaikaisissa ympäristöissä, kuten peleissä, joissa ei haluta ladata monia eri geometrioita animaatiota varten tai sellaisissa reaaliaikajärjestelmissä, joissa pään animaatiota ohjaa esimerkiksi liikkeentallennuslaitteiston (motion capture) data. Mutta ennalta laskettuun animaatioon kontrolliobjekteilla toteutettu kasvojen animointi voi soveltua heikommin kuin morphaus. Sen lopputulos voi olla laadultaan huono, ja se voi tuottaa tulevaisuudessa ongelmia (Osipa 2003, 108). Ongelmia, kuten kontrolliobjektien liike suhteessa muuhun liikkeeseen. Usein kontrolliobjektit on kiinnitetty toisiin kontrolliobjekteihin, jotka liikkuvat. Joskus kahden kontrolliobjektin liike eri suuntiin tuottaa odottamattoman lopputuloksen. Erityisesti pyörivässä liikkeessä ongelmia tulee vastaan nopeasti, kun kaksi kontrolliobjektia pyörii eri suuntiin. Joissain tapauksissa pyöriminen voi johtaa jopa Gimbalin lukkoon. Gimbalin lukko on tapahtuma, jossa kaksi objektin pyörivää akselia osoittavat samaan suuntaan ja näin objekti ei pyöri niin kuin odotettiin (Brown 2006). Kontrolliobjekteihin perustuvassa kasvoanimaatiossa vaikeutena on myös painottaminen, joka on työläs ja vaikea prosessi. Se on prosessi, joka voi vaatia yhtä paljon keskittymistä ja taitoa kuin ilmeiden mallinnuskin.

Realistisin lähestyminen kasvoanimaation tekemiseen olisi parametrisesti ohjattavat virtuaaliset lihakset, jotka muokkaavat mallin ihoa. Mutta valmiiden ohjelmien saaminen käyttöön amatööritasoisessa produktiossa on epärealistinen vaatimus ja ohjelmien saatavuus kuluttajamarkkinoilla on kysymys erikseen. Kotitekoisempi ratkaisu voisi löytyä morphaus-tekniikasta, vaikka myös kontrolliobjektitekniikka soveltuisi myös siihen. Valmiiden ilmeiden sijaan tehtäisiinkin mallit, joissa tietty lihas tekee omaa tehtäväänsä. Näin saataisiin aikaiseksi kasvomalli, joka saadaan nopeasti tekemään monimutkaisia toimintoja yhdistelemällä vain li-

haksien liikkeitä keskenään (Lander 2000a). Täysin ongelmaton ratkaisumalli ei kuitenkaan ole. Ensinnäkin se vaatii suuren määrän perehtyneisyyttä lihaksiin, eli mikä lihas vaikuttaa mihinkin. Valmiit ilmeet ovat huomattavasti helpommin omaksuttavissa. (Lander 2000a.) Lihasmallin käyttö ei välttämättä ole perusteltua jokaisessa projektissa, koska työmäärältään se on suurempi kuin valmiiden ilmeiden tekeminen. Yksinkertaisen ilmeen tekeminen voi vaatia lihaksien yhteistoimintaa, joka tarkoittaa, että kasvojen ohjaamista varten pitäisi tehdä skriptejä, jotta ilme olisi helposti käytettävissä uudestaan.

## **5 KASVOANIMAATION TEKEMINEN**

### **5.1 Tekoprosessista**

Tässä luvussa käydään lävitse joitain kasvoanimaation tekemisprosessin huomioita vaativia kohtia. Mallinnusvaihe jätetään vähemmälle huomiolle ja keskitytään tutkimaan vain joitain ihmisen kasvojen erikoiskohtia, joiden mallintaminen tietyllä tavalla helpottaa itse animointivaihetta. Näitä kohtia on erityisesti suun ja silmien alue. Mallinnusvaiheessa otetaan myös kantaa niihin mahdollisiin ilmeisiin, joilla visimeitä voisi tehdä, jos valitsee käytettäväksi tekniikaksi morphaus-tekniikan. Animoinnista käsitellään äänilähteen analysointia ja visimien löytämistä.

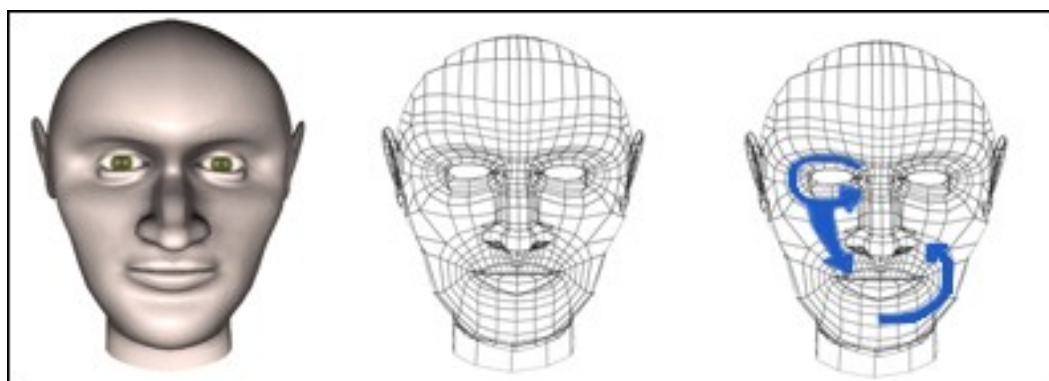
Jokainen prosessi alkaa kuitenkin suunnitelmalla, joka vastaa ainakin seuraaviin kysymyksiin: minkälainen hahmo on (luonne, erikoispiirteet, tausta) ja minkälainen hahmo on. Hahmoa luodessa olisi hyvä piirtää vähintään kaksi kuvaa hahmosta, toinen edestä ja toinen sivusta. Huomattavaa on se, että hahmon, tässä tapauksessa kasvojen, tiettyjen osien tulisi olla samalla korkeudella kummassakin kuvassa. Esimerkiksi suun, nenänpään, kulmakarvojen ja leuan tulisi olla samalla korkeudella kummassakin kuvassa mallinnusta helpottaakseen.

### **5.2 Mallinnuksesta**

Mallinnusvaiheessa tärkeimpiä asioita ottaa huomioon on, että kasvojen geometrian reunat virtaavat ympyrämäisesti erityisesti suun ja silmien alueella. Ympyrä-



mäinen virtaus helpottaa ilmeiden mallinnusta. Se auttaa ryppyalueiden tekemistä oikeisiin kohtiin ja helpottaa kasvojen liikkeen hahmottamisessa. Kunnan ympyrämäisestä geometriasta näkee kasvojen ollessa liikkeessä mistä kohdin geometria venyy ja mistä kohdin se supistuu. Ympyrämäinen geometria, jossa reunojen välissä on tasainen välimatka, helpottaa hahmottamaan verteksien siirtymistä, kun kasvoja animoidaan. On siis tärkeää pystyä näkemään, minkälaisen matkan tietty verteksi tekee siirtyessään ilmeestä toiseen (Osipa 2003, 77). Kuva 13 esittää polygonien virtausta ja kasvomallissa suositeltavaa ympyrämäistä geometriaa.



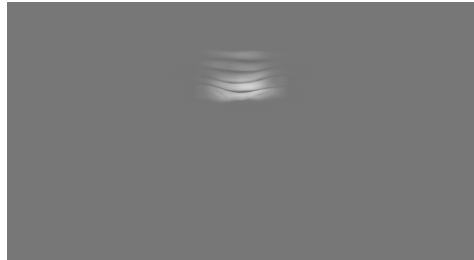
*Kuva 13: Kasvomallin geometria ja ympyrämäiset liikesuunnat*

Suun alue on varmasti tärkein kohta mallintaa uskottavasti. Koska ihminen seuraa tarkasti puhujan suun aluetta, näyttää väärin mallinnettu suu oudolta liikkeessä, vaikka sen animointi voisikin onnistua. Erityistä huomiota pitäisi kiinnittää ylähuulen ja alahuulen liittymäkohtaan. Huulet eivät kapene pisteiksi, vaan kääntyvät suun sisälle, missä ne jatkuvat suun sisäosina (Osipa 2003, 80). Pisteisiin kapenevat huulet näyttävät helposti lihattomilta ja aiheuttavat animointivaikeuksia sekä huonolta näyttäviä lopputuloksia.

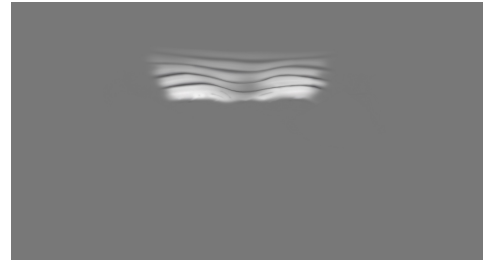
Jokaiselle ihmiselle muodostuu rypyjä kasvoihin ilmehtiessä. Rypyt ovat jokaisella ihmisellä kuitenkin yksilöllisiä, vaikka muodostumisalueet ovatkin pitkälti samat. Kasvoanimaatiossa osa rypyistä kannattaa ottaa huomioon jo mallinnusvaiheessa, osan voi tehdä syvyyskartoilla eli bump-tekstuureilla. Tärkeimpänä rypynä, joka tekee ilmeestä aidon, on suun alueelle tuleva ryppe. Se lähtee liikkeelle sieraimen ja posken yhdistymiskohdasta ja matkaa alas suun vierelle. Tämä alue rypyy ainakin hymyillessä, suun kääntyessä alaspäin murjotukseen tai vir-

nuillessa. Eri ilmeissä rypyt ovat erilaiset, niiden intensiteetti- ja vaihtelevat. Hymyssä ryppy on intensiivisimmillään ylhäällä poskipäiden luona, kun taas murjottavassa ilmeessä ne ovat alhaalla suun tasolla (Osipa 2003, 39). Rypyn tekeminen kannattaa ottaa huomioon jo mallinnusvaiheessa tekemällä vähintään kolme samansuuntaista lähekkäin virtaavaa reunaa, jotka lähtevät sieraimen ja posken liittymäpisteen alaosasta, keskivaiheilta ja yläosasta. Näin tehty valmis linja helpottaa ilmeen mallintamista. Ryppy tehtäisiin kääntämällä geometriaa ylempänä olevan geometrian alle hiukan.

Muita vahvasti rypytyviä paikkoja ihmisellä on erittäin ilmaisukykyisessä otsassa. Kulmakarvojen nostamista ylöspäin pitää tukea rypytyksellä otsa, muuten ilme ei saa kaipaamaansa huomiota ja kulmakarvojen pitäisi nousta epäluonnollisen korkealle. Koska ihmisen otsa muotoutuu epäsäännöllisemmin kuin suun alueen rypyt ja koska ryppyjä on enemmän erilaisia, kannattaa otsan alueen rypyt tehdä syvyyskartoilla (Osipa 2003, 194). Tarpeellisia karttoja on ainakin: kulmakarvojen nosto sivuilta ylös, kulmakarvojen nousu keskeltä ylös, kulmakarvojen lasku keskeltä, kulmakarvojen puristuminen yhteen ja erilleen. Kuvissa 14,15,16 ja 17 esitellään mahdolliset kartat. Kuvassa 14 on kulmakarvojen nosto keskeltä ja kuvassa 15 kulmakarvojen nosto sivuilta. Kuvassa 16 on kulmakarvojen yhteenpuristuminen ja kuvassa 17 erilleen puristuminen.



*Kuva 14: Kulmakarvojen nosto keskeltä (Osipa 2003)*



*Kuva 15: Kulmakarvojen nosto sivuilta*



*Kuva 16: Kulmakarvojen yhteenpuristuminen (Osipa 2003)*



*Kuva 17: Kulmakarvat erilleen (Osipa 2003)*

Nenän alueella ei ole oikeastaan animoitavaa kuin sieraimien nouseminen tietyissä ilmeissä. Siksi animaation kannalta nenän geometria ei ole niin tärkeä, kunhan lopputulos vain näyttää hyvältä. Nenän tekeminen NURBS:lla tai käyrillä, käyttäen Surface muokkaajaa pinnan tekemiseen, voi olla vaikeata, koska NURBS:n tapaan tarkkuutta eli kontrollirivejä pitäisi lisätä koko pään alueella, jos haluaa tehdä tarkan nenän (Pohjalainen 2004, 14).

Hampaat ja kieli ovat asioita, joiden suhteen pitää tehdä päätöksiä animaation tarpeiden mukaisesti. Jos animaatio vaatii täydellistä anatomista tarkkuutta kieli on hyvä tehdä mukaan. Kieli on tärkeä puheen muodostuksen kannalta, mutta se ei tarkoita, että se olisi tarpeellinen puhetta animoitaessa. Se on vaikea animoida oikein, se voi varastaa huomion muulta tärkeämmältä animaatiolta eikä se oikeastaan anna mitään tärkeätä itse animaatioon (Osipa 2003, 100).

Hampaat ja ikenet lisäävät joihinkin ilmeisiin kaivattua aitoutta. Esimerkiksi hymyily voi näyttää paremmalta, jos hahmon hampaat ja hiukan ikeniä näkyy (Osipa 2003, 93). Vaikein asia hampaiden teossa on osata laittaa ne oikeille paikoille niin että ne näyttävät hyvältä myös muissa ilmeissä. Hampaat ovat valmiit vasta sitten kun kaikki ilmeet on mallinnettu, koska muut ilmeet voivat vaatia hampaiden paikkojen säätämistä (Osipa 2003, 94).

Hampaita voi tehdä oikeastaan kahdella erilaisella lähestymistavalla: mallintamalla yksittäisiä hampaita tai mallintamalla hampaat yhteen malliin. Päätös näiden tapojen välillä pitää tehdä animaation haettavan tyylin ja sallittujen polygonimäärien avulla. Yksittäiset hampaat sopivat hyvin realistisempaan animaatioon kun taas yhteen malliin tehdyt sopivat sarjakuvamaiseen tai tyyliteltyyn ilmaisuun. Yksittäisesti mallinnetuissa hampaissa on enemmän polygoneja. Hampai-

den tekemiseen voi nopeasti tuhata paljon polygoneja alueisiin, joita katsoja ei välttämättä huomaa.

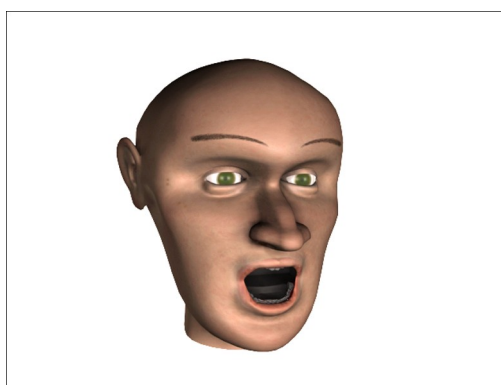
Kulmakarvoja voi tehdä myös erilaisilla lähtökohdilla ja tyyleillä. Realistisin tyyli olisi tehdä yksittäisiä karvoja, ja tähän on olemassa erilaisia valmiita, maksullisia, lisäosia 3D Studio Maxiin. Näiden lisäosien avulla voi saada myös aidon fyysisen mallin karvalle, jota käytetään kuitenkin enemmän hiuksissa kuin lyhyissä karvoissa, kuten kulmakarvoissa tai partakarvoissa. Tällainen lisäosa on ainakin Digimationin ShagHair ([www.digimation.com](http://www.digimation.com)). Opinnäytetyön tekemisen aikaan ilmestyneessä 3D Studio Maxin versiossa 8 on perustyökaluihin lisätty karvojen mallinnukseen käytettävä lisäosa, jota voisi käyttää tähän tarkoitukseen. Muita mahdollisuuksia on tehdä karvat suoraan malliin. Tämä voi sopia paremmin sarjakuvamaiseen visuaaliseen ilmeeseen. Tämä tarkoittaa karvoille erillisen ”ulokkeen” tekemistä suoraan geometriaan. Erillisten kulmakarva-objektien käyttö on myös mahdollista, mutta toisen objektin geometrian pitäisi pystyä seuraamaan alla olevien kasvojen geometrian muutoksia. Tähän apuna voi käyttää esimerkiksi lukko, eli snap työkaluja, jolla kulmakarva-objektin geometria siirtyisi aina oikein muissa ilmeissä. Mayassa voidaan karvaa maalata suoraan erillisen objektin pintaan PaintFX työkalulla, mutta 3D Studio Maxissa joutuu tyytymään materiaaliin, jossa on läpinäkyvyyskartta. Huonoimmassa tapauksessa voi käyttää suoraan materiaaliin maalattuja kulmakarvoja ja korostaa niitä sitten syvyyskartoilla. Tämä on huonoin vaihtoehto, koska kulmakarvat näyttävät helposti kasvoihin maalatuilta.

Morphaus-tekniikkaa varten on tehtävä ainakin neljätoista eri ilmettä. Näitä neljätoista ilmettä yhdistelemällä saa aikaiseksi tarpeelliset visimit. Ilmeiden tulisi toimia yksinään, mutta myös yhdistyessään toisen ilmeen kanssa. Morphauksessa kaikki ilmeet eivät voi toimia toistensa kanssa aivan täysin, vaan joskus toisen ilmeen vaikutusta pitää vähentää saadakseen hyvältä näyttävän lopputuloksen. Huulet ovat tiukasti kiinni toisissaan, paitsi tietenkin suu auki-, ylähuulen nosto- ja alahuulen lasku -ilmeissä. Taulukossa 1 on lueteltu kaikki ilmeet, jotka kannattaisi mallintaa.

TAULUKKO 1. Ilmeet

<b><i>Ilmeet</i></b>
Suu auki
Hymy (leveät huulet)
Ylähuuli ylhäällä
Ylähuuli sisään käännettynä
Alahuuli alhaalla
Alahuuli sisään käännettynä
Kapeat huulet
Murjottava suu (alaspäin käännetyt huulet)
Sieraimien nosto
Kulmakarvojen nosto (sivuilta ylös)
Kulmakarvojen nosto (keskeltä ylös)
Kulmakarvojen lasku (sivuilta alas)
Otsan rutistus (keskelle)
Sivujen rutistus (sivuille)

Suu auki -ilmettä käytetään kaikissa visimeissä, missä suu on vähänkin auki, esimerkiksi OH-, UH-, AW-äänteiden visimeissä. Suu auki -ilmettä voidaan lisätä melkein kaikkiin ilmeisiin ja tutkia, miten suun sisäosan verteksit käyttäytyvät ilmeiden yhdistyessä toisiinsa. Kuvassa 18 esitellään suu auki -ilme.



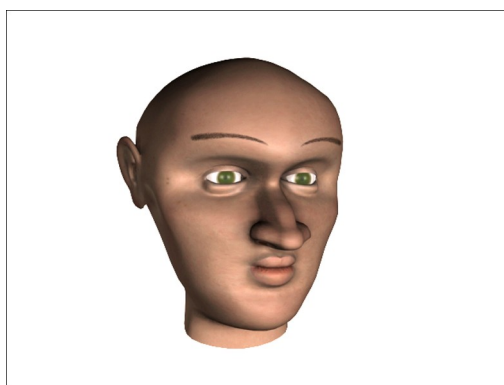
Kuva 18: Suu auki -ilme

Hymy, tai leveät huulet ilmettä käytetään esimerkiksi EE-äänteen ja suhteellisissa äänteissä, kuten IH, T, S. Ilmeellä on siis kaksi tarkoitusta: toimia huulia leventävästi tai hymynä. Huomioitavaa on se, ettei huulien kulmat voi nousta realistisessa tyylissä yhtäaikaisesti ylemmäs kuin huulien keskikohta (Osipa 2003, 119). Leveät huulet rypyttävät posket vahvasti. Kuvassa 19 esitellään leveät huulet -ilme, jota käytetään myös hahmon hymyillessä.



*Kuva 19: Leveät huulet -ilme*

Kapeat huulet -ilmettä käytetään esimerkiksi suhteellisessa R-äänteessä ja OO-äänteen visimissä, missä se yhdistyy suu auki -ilmeeseen. Suu kapenee ja huulet tulevat ulospäin, geometria liikkuu huulien sisäpuolelta ulospäin eli huulet paksuuntuvat hiukan. Kuvassa 20 esitellään kapeat huulet -ilme.



*Kuva 20: Kapeat huulet -ilme*

Ylähuulen nostoa käytetään erilaisissa inhoa kuvastavissa ilmeissä ja F-, V-ään-  
teiden visimien ylähuulien nostossa. Ylähuuli nousee alahuulen pysyen perus-  
asennossaan. Ilmeeseen pitäisi lisätä vielä sieraimien nosto -ilmettä, että saatai-  
siin aikaan realistinen inhon ilme. Mutta sieraimien nosto kannattaa tehdä eril-  
liseen ilmeeseen. Näin sitä voidaan käyttää muissakin ilmeissä sotkematta siihen  
ylähuulen nostoa. Ylähuulen noston toimivuutta kannattaa kokeilla erityisesti hy-  
my -ilmeen kanssa (Osipa 2003, 123). Kuvassa 21 esitellään ylähuulten nosto.



*Kuva 21: Ylähuulen nosto*

Ylähuuli sisäänpäin kääntyneenä -ilmettä käytetään esimerkiksi häpeää kuvaavis-  
sa ilmeissä. Siinä ylähuuli kääntyy sisäänpäin osittain hampaiden päälle alahuu-  
len ollessa perusasennossa. Ilme on helppo tehdä väärin, jos ylähuulen geomet-  
riaa ei erityisesti rullaudu suun sisälle vaan siirtää alaspäin lytistäen huulet (Osipa  
2003, 125). Sitä voidaan myös käyttää B-, M- ja P-ään-  
teiden visimeissä. Kuvassa 22 on ylähuulet sisäänpäin kääntyneenä -ilme.



*Kuva 22: Ylähuuli sisäänpäin -ilme*

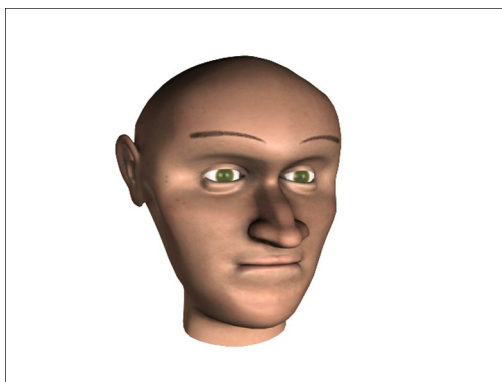
Alahuuli alas -ilmettä käytetään esimerkiksi ihmetystä kuvaavissa ilmeissä ja yhdistettynä ylähuuli ylös -ilmeen kanssa vihaa kuvaavissa ilmeissä. Sitä voidaan käyttää EE-visimissä ja muissa visimeissä, joissa alahuulen tarvitsee liikkua alaspäin. Kuvassa 23 esitellään alahuuli alaspäin -ilme.



*Kuva 23: Alahuuli alas -ilme*

Alahuuli sisään -ilmettä käytetään B,M,P -visimissä. Siinä alahuulen geometria rullautuu sisälle osittain alahampaiden päälle. Kuvassa 24 esitellään alahuuli sisäänpäin -ilme.





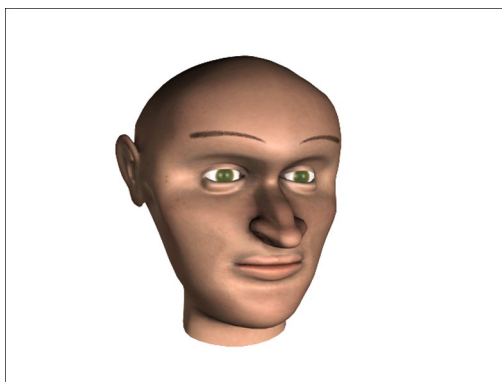
*Kuva 24: Alahuuli sisäänpäin -ilme*

Murjottava suu -ilmettä käytetään erityisesti murjottavissa ilmeissä. Se ei sovi kunnolla käytettäväksi hymyn kanssa, koska ne ovat toistensa vastailmeitä. Murjottavassa suussa käännetään suun kulmat alaspäin. Se muodostaa ryppyn alas samalle ryppylinjalle kuin hymykin, mutta se ei ole yhtä intensiivinen kuin hymyn luoma ryppy. Siinä missä posket olivat tärkein muokkautuva alue hymyssä, on murjotuksessa tärkein alue suun alaosissa. Suun keskikohta ei siirry alaspäin ja suu voi olla hiukan perusasentoa leveämpi (Osipa 2003, 129). Kuvassa 25 on murjotus -ilme.



*Kuva 25: Murjotus*

Sieraimien nostoa voidaan käyttää monissa ilmeissä, kuten inhoan kuvaavissa ilmeissä. Siinä sieraimet nousevat ylöspäin ja kapenevat hiukan. Se vaikuttaa myös poskien alueelle nostavasti, erityisesti sierainten ja poskien liittymäpisteessä. Kuvassa 26 esitellään sierainten nostoa.



*Kuva 26: Sierainten nosto*

Kulmakarvojen liikkeitä mallintaessa on otetta huomioon se, että hahmolla pitäisi olla myös kallo ihon alla. Liikutettava geometria menee helposti tämän kuvitellun kallon sisälle. Kulmakarvojen nosto vaikuttaa nostavasti tai laskevasti otsan ihoon. Kulmakarvojen nostamista voi vahvistaa käyttämällä syvyyskarttoja otsan ryppyjen tekemiseen, joten kulmakarvoja ei tarvitse nostaa niin korkealle. Kulmakarvojen nosto sivuilta ylös ei nosta paljoakaan kulmakarvoja keskeltä, vaan vaikuttaa lähinnä sivuilla. Kulmakarvojen nosto keskeltä jättää sivut melkein pä koskematta. Aidon kulmakarvojen nosto keskeltä vaatii hiukan kulmakarvojen puristumista yhteen, mutta sitä ei kannata mallintaa kulmakarvojen nostoon keskeltä vaan erilliseen ilmeeseen. Kuvissa 27 ja 28 on kasvomallit, joihin syvyyskartat vaikuttavat. Kuvassa 27 kulmakarvoja on nostettu keskeltä ja kuvassa 28 kulmakarvoja on nostettu sivuilta ylös.



*Kuva 27: Keskeltä ylös*



*Kuva 28: Sivuilta ylös*

Kulmakarvojen laskusta kannattaa tehdä keskeltä laskeva ja koko kulmakarvan laskeva ilme. Keskeltä laskiessa on pyrittävä pitämään kulmakarvojen toinen puoli melkein liikkumattomana eikä nostaa niitä efektiin vahvistamiseksi (Osipa 2003, 204). Keskeltä alaspäin siirtyessään kulmakarvat muodostavat nenänvarren yläpäähän pienen kohouman. Koko kulmakarvaa laskevaa ilmettä ei oikeasti ole olemassa, koska ihminen ei pysty laskemaan kulmakarvoja puristamatta niitä yhteen, mutta koska kulmakarvoja ei voi puristaa yhteen laskematta niitä, kummatkin ilmeet pitää tehdä erikseen (Osipa 2003, 204). Kulmakarvojen laskemisessa pitää ottaa huomioon, että laskiessaan ne eivät vain laskeudu alaspäin vaan liukuvat kallossa olevaa harjannetta ja kääntyvät hiukan sisäänpäin kohti silmäkuoppaa. Kuvassa 29 kasvomalliin vaikuttaa kulmakarvojen laskeminen keskeltä ja kuvassa 30 laskeminen sivuilta.

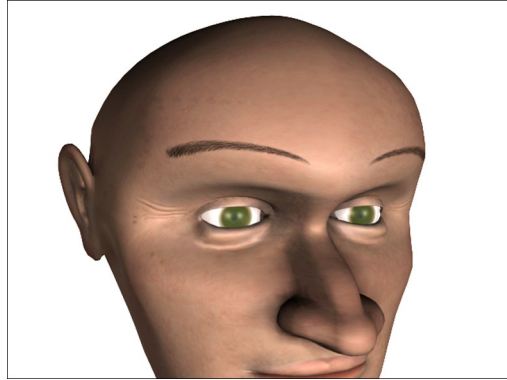


*Kuva 29: Keskeltä alas*



*Kuva 30: Sivuilta alas*

Keskelle puristuessaan kulmakarvat muodostavat rypyn nenänvarren yläosaan. Kulmakarvojen siirtyminen eroon toisistaan vaikuttaa myös poskiin. Ne nousevat hiukan ylöspäin kohti ohimoa, ja silmien vierelle muodostuu tällöin ryppejä, kun kulmakarvat siirtyvä ulospäin. Yhdistelemällä näitä kulmakarvojen liikkeitä saadaan aikaan erilaisia ilmeitä. Esimerkiksi vihaisen ilmeen saa aikaan laskemalla kulmakarvoja keskeltä ja nostamalla niitä sivuilta. Kuvassa 31 kasvomalliin vaikuttaa kulmakarvojen rutistaminen erilleen ja kuvassa 32 kulmakarvojen rutistaminen yhteen.



*Kuva 31: Erilleen*



*Kuva 32: Yhteenpuristuminen*

### 5.3 Animaatiosta

Animointia varten malli on pitänyt joko liittää kontrolliohjeisiin tai mallintaa tietty määrä ilmeitä, joiden avulla voidaan tehdä animaation vaatimat visimit.

Eräs mahdollisuus animaation tekojärjestykseen on, että ensin analysoidaan ääni ja siihen kuuluva teksti. Analyysissä haetaan kaikki mahdolliset visimit, jotka animoituva ääni voi sisältää. Seuraavassa vaiheessa päästään jo animoimaan. Animoidaan koko ääni lävitse ensin niin, että tehdään varmat visimit ensimmäisenä. Sitten palataan takaisin alkuun ja tehdään suun aukeilut. Sen jälkeen tehdään mahdolliset relatiiviset ilmeet absoluuttisten väliin ja lopetetaan työ lisäämällä mahdolliset vastakohtaiset ilmeet. (Osipa 2003, 59–62.)

Äänen analysointiin ei ole olemassa mitään selviä sääntöjä. Mutta tarkoituksena on muuttaa äänteet sopiviksi visimeiksi. Visimeiden määrää on täysin riippuvainen äänestä ja niistä päätöksistä, joita ääntä analysoidessa tehdään. Äänen voi jakaa äänteisiin ja sitä kautta visimeihin eri tavoilla. Tällöin pitää päättelämällä ratkaista, mikä visimi sopisi millekin äänelle. Apuna tähän voisi käyttää esimerkiksi peiliä ja ääntää äänteet ääneen. Prosessi voisi olla seuraavanlainen: tavata ääni erilaisiin äänteisiin, muuttaa äänteet visimeiksi ja näistä valita se yksinkertaisin yhdistelmä, joka näyttää vielä luonnolliselta. On helpompi aloittaa minimaalisella määrällä visimeitä kuin yrittää ottaa mukaan jokaista mahdollista. (Osipa 2003, 54–56.)

Joskus samanoloisia visimeitä voi liittää toisiinsa. Äänneitä, joilla ei ole varmaa visimiä voidaan liittää tunnetuksi visimiksi tai yhdistää tunnettuja visimeitä toisiinsa, näin vähennetään tehtävää työmäärää. Joskus esimerkiksi kaksi peräkkäistä äännettä, joita voi kuvata leveällä visimillä, voidaan yhdistää ja käyttää vain yhtä leveätä visimiä. (Osipa 2003, 55.) Liittäminen on tapauskohtaista päättelytyötä.

Absoluuttisten visimien välissä olevat relatiiviset visimit, kuten R, IH, T, S -visimit, voivat ollakin juuri päinvastaisia kuin niille annettu sääntö sanoo. Esimerkiksi kahden leveän äänteen, kuten EE-visimin, välissä oleva IH, T, S -visimi ei välttämättä ole leveämpi, vaan voi olla kapeampi, jotta nämä kaksi EE-visimiä näyttäisivät leveämmiltä. (Osipa 2003, 60.)

Joissain tapauksissa kannattaa käyttää välissä myös vastakkaisia visimeitä, joilla vahvistetaan ympäröiviä visimeitä. Esimerkiksi monien leveiden visimien sarjassa kannattaa käyttää joitain kapenevia visimeitä välissä tai kaventaa joitain visimeitä vaikka säännöt sanoisivat toisin. Esimerkiksi kahden leveän EE-visimin välissä oleva B, M, P -visimi tehdäänkin normaalia kapeammaksi ja näin vahvistetaan ympäröiviä leveitä visimeitä (Osipa 2003, 60). Joissain tapauksissa, missä leveitä visimeitä on monia peräkkäin, kannattaa taas käyttää leveyden asteittaista nousua, eli tehdä seuraavasta leveästä visimistä hiukan leveämpi kuin edellisestä (Osipa 2003, 60). Näitä kahta tapaa kannattaa käyttää harkiten ja niitä käytetään lähinnä vahvistamaan samanoloisia äänneitä. Syy näiden käyttöön on se, että usein peräkkäiset samanlaiset visimit näyttävät kauheilta.

Kuten luvussa 3.4 sanoman korostaminen mainittiin, ihminen ajattelee ennen kuin tekee. Sama soveltuu myös visimeihin. Yleensä kasvoanimaatioissa visimi kannattaa ajoittaa hieman ennen äänteen alkamista.

## **6 CASE: LYHYT KASVOANIMAATIO**

### **6.1 Esittely**

Casen tarkoituksena on käyttää opinnäytetyön teoriapohjaa hyväkseen ja tehdä soveltava esimerkki. Tarkoituksena on saada aikaan hahmo ja tälle ennalta nau-

hoitettua äänitiedostoa mukaileva kasvonanimaatio. Tarkoituksena on oppia käytännössä kasvoanimaation tekemisen perusteet, huomioitavat asiat ja saada aikaan ilmeikäs kasvoanimaatio.

Case rakentuu seuraavista vaiheista: määrittely, mallinnus, ilmeiden mallinnus, luut, weighting ja wire, animaation suunnittelu, animaatio, mallin teksturointi ja bump-tekstuurit.

## 6.2 Määrittely

Casen määrittely alkoi suunnittelemalla hahmo. Hahmon motivaatioiden ja vaikuttimien tunteminen luo animointiin kaivattua syvyyttä. Caseen luotiin hahmo valitun tekstin perusteella eli minkälainen hahmo voisi sanoa käytettävän tekstin.

Alkuperäinen tarina, johon hahmo kirjoitettiin, oli, että hahmo on stereotyyppinen hullu tohtori, joka on pettynyt vastakkaisen sukupuolen antamaan palautteeseen heidän treffeistään. Hahmon kyky kestää pettymyksiä on hulluille tohtoreille ominainen eli aika pieni, joten hän uhkaa tämän treffitoverinsa henkeä. Hän on helposti kiihtyvä ja vaikeasti leppyvä henkilö. Hahmo olisi vanhempi mieshenkilö, stereotyyppisesti kapeakasvoinen ja pitkänenäinen. Hän käyttää kumihanskoja ja pelkää bakteereita.

Tekstiksi valittiin valmis ääniesimerkki, koska se tuntui huomattavasti paremmalta vaihtoehdolta kuin oma näyttelytyö huonolla englannilla. Se nostaisi tekemisen rimaa korkeammalle. Teksti piti lainata LucasArts Sam & Max Hit the road -pelistä vuodelta 1993. Tekstin valintaa ohjasi pelin alkuintron osan sopiminen animoitavalle hahmolle täydellisesti.

Tekstin kieli valittiin englanniksi. Valitun tekstin pituus on noin 18 sekuntia, ja kokonaisuudessaan se kuuluu näin:

*"Friends! "<pause>*

*"Friends!"*

*"We only gone out together three times and already your telling me you just want to be friends?"*

*”You never gave me a change! And for that <pause> you'll fry like a pork sausage”*

Mallinnuksen aikana kuitenkin huomattiin kyseisen tekstin ongelmat. Koska teksti oli aivan liian pitkä ja koska työn painotusta siirtyi enemmän ja enemmän casen suuntaan, tekstiä päätettiin lyhentää. Hahmo ja tämän suunnitelma pysyi samana kuin ennen, mutta teksti muuttui muotoon:

*”What? Haven't you seen a talking head before?”*

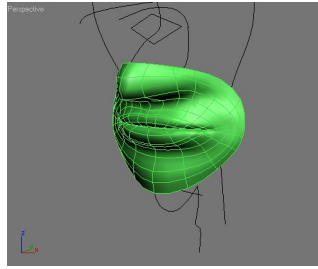
Muutoksen myötä tekstistä tuli loppujen lopuksi kirjoittajan oma tulkinta. Tämä lähestymistapa poisti kaikki mahdollisuudet tekijänoikeusrikkomuksista, mutta samalla tiputtaa tekstin mielenkiintoisuutta ja näyttelytyön tasoa. Vanhaa ääntä ei voitu mitenkään lyhentää, koska lauseet jatkuivat toisistaan tauoitta.

Hahmon luonteenpiirteiden ja motivaatioiden kartoituksen jälkeen hahmosta tehtiin piirretty suunnitelma, jonka voi liittää 3D Studio Maxin taustalle mallinnuksen ajaksi.

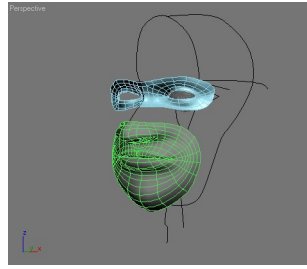
### **6.3 Mallinnus**

Mallinnustekniikaksi valittiin polygonimallinnus, jossa luodaan uusia polygoneja kopioimalla vanhasta polygonista reuna. Tämä tekniikan hyvänä puolena voidaan pitää helppoa ja täyttä hallittavuutta polygonien paikoista, mutta luonnollisesti kaartuvat pintojen hallinta on sillä vaikeata (Pohjalainen 2004, 6). Hahmosta mallinnettiin vain oikea puoli, vasen puoli luotiin Symmetry muokkaajalla.

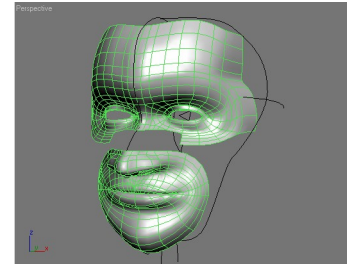
Tarkkuus on tärkeä tekijä. Ei ole järkevää luoda muuttumattomiin pintoihin (pinnat joihin ei tule tapahtumaan animaation aika paljoa muutosta) liikaa geometrista tarkkuutta, koska se vaikeuttaa huomattavasti ilmeiden mallinnusta. Mitä vähemmän pintoja on siirrettäväksi, sitä helpompaa ilmeiden aikaansaaminen on. Tarkkuutta lisättiin erityisesti suun alueelle, kuten suun sisälle kääntyvien pintojen muodossa. Kuvissa 33, 34 ja 35 on kuvattu eri mallinnusvaiheita. Pään ylä- ja alaosat yhdistettiin toisiinsa kalloa luodessa.



*Kuva 33: Mallinnusvaihe1*



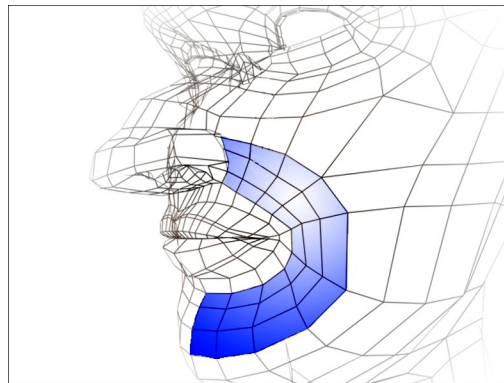
*Kuva 34: Mallinnusvaihe2*



*Kuva 35: Mallinnusvaihe3*

Mallinnus alkoi suun alueelta, jossa tarkkuutta pitää olla eniten. Huulien ulkoreunasta alkanutta ellipsimäistä reunojen virtausta kasvatettiin vähitellen ylöspäin, kohti nenän alaosa. Suu mallinnettiin ensin auki, jotta suun sisälle tulevat osat saataisiin tehtyä anatomisesti oikein. Sitten suu suljettiin perusasentoonsa.

Huulien mallinnuksen jälkeen siirryttiin muotoilemaan nenää ja poskia, johon tulee ensimmäiset ryppykohdat. Ryppykohdat otettiin huomioon tekemällä kolmet samansuuntaiset kierrot, jotka lähtevät sierainten sivusta, mistä poski liittyy sieraimen, ja kiertävät alas leuan alle. Ryppykohta on merkattu kuvaan 36 sinisellä.



*Kuva 36: Ryppykohta*

Työssä otettiin vapauksia nenän anatomian kohdalla. Sen geometriassa olevia virheitä peitettiin tekemällä siitä sarjakuvamaisen iso ja muodossa haettiin karikatyyrimäistä koukkuisuutta. Näin nenään kohdistavat anatomiset vaatimukset vähenivät. Nenäksi muuttuva kohouma irrotettiin muusta mallista tarkemman mallinnuksen ajaksi ja se liitettiin takaisin valmiina. Tarkkuuden lisääntymisen takia



jouduttiin vetämään uusia reunoja suuhun asti, että nenän uudet verteksit liittyivät uuteen malliin.

Tässä vaiheessa tehtiin päätös, ettei suun sisäpuolelle tehdä monimutkaisia hampaita, ja että kieli jätetään pois kokonaan. Kieltä ei katsottu tarpeelliseksi. Hampaat ja ikenet tehtiin yhteen ja samaan malliin. Hammasmallin geometria pidettiin mahdollisimman yksinkertaisena ja alahampaat tehtiin ylähampaiden kopiosta, jota muotoiltiin uudestaan FFB:n avulla. FFB on 3D Studio Maxin muokkaus työkalu, jolla objektin muokkaus tapahtuu objektin ympärille luodun laatikkomaisen ohjaimen kulmapisteitä siirtelemällä. Suun sisäpuoli, ns. suun seinämä, mallinnettiin yksinkertaisesta laatikosta, jota muotoiltiin vastaamaan suun sisäpuolta.

Suun sisällön mallinnuksen jälkeen hypättiin kasvoissa harppaus ylöspäin aloittamalla silmien tekemisellä. Silmistä tehtiin kaksi versiota: korkealaatuiset NURBS-silmät, joita käytettiin kuvan laskennassa sekä niitä ohjaavat matalapolygonikopiot, jotka eivät näy kuvan laskennan aikana. Silmät tehtiin kahdesta päällekkäisestä NURBS-pallosta, joista toisesta keskikohta vedettiin hiukan sisäänpäin (iiriksen alue) ja toiseen tehtiin pieni pullistuma ulospäin, muodostaen näin sarveiskalvon silmälle. Silmän aukko tehtiin materiaalilla myöhemmin.

Silmän ympärille luotiin sitten kasvojen yläosa. Kasvojen yläosassa ei ole muuta erityisesti huomioitavaa kuin päätös kulmakarvojen tekemisestä ja siitä, mitä otsan rypyjä kannattaa mallintaa geometriaan ja mitä hoitaa syvyyskartoilla. Otsan rypyjen tekeminen syvyyskartoilla on hyvä ratkaisu, vaikka silloin joutuukin tekemään enemmän tekstuureita eri ilmeille. Tässä vaiheessa kaikki karvojen tekeminen siirrettiin myöhemmäksi.

Lopuksi kasvojen puoliskot yhdistettiin Symmetry muokkaajalla ja malli oli valmis ilmeiden tekoa varten. Ilmeet tehtiin käyttäen puolikasta mallia.

Geometrian tarkkuus tuotti mallinnusvaiheessa suurimmat ongelmat. Nenän ja posken alueelle muodostui melkeinpä vahingossa monia lähekkäisiä reunakiertoja, minkä takia pinnan sileä muodostuminen muuttui vaikeaksi. Ylimääräisten kiertojen poisto on operaationa yksinkertainen, mutta pintojen uudelleen järjestäminen on aikaa vievä prosessi. Verteksitasolla tapahtuva siirtely on hidasta ja monesti tuottaa epätäydellisiä pintoja. Jos malli olisi mallinnettu NURBS- tai

patch-pinnoilla, kierron poistosta johtuva pinnan uudelleenjärjestely olisi ollut helpompaa ja nopeampaa Bezier-käyrien avulla. Kiertojen tarkemmalla etukäteissuunnittelulla voitaisiin poistaa mallinnusvaiheen ongelmat, mutta suunnitteluvaiheessa ei välttämättä ole täysin tarkkaa kuvaa siitä, minkälainen malli tulee täysin olemaan.

Ympyrämuodon säilyttäminen polygonimallinnuksella tarvitsee huomattavaa tarkkaavaisuutta. Keinona ympyrämuodon säilyttämiseen voisi pitää sääntöä, ettei käytössä ole mitään muuta kuin neljäisivuisia polygoneja (Osipa 2003, 86).

## 6.4 Ilmeet

Animointityyliksi valittiin morphaus, eli ohjelma laskee mallin muutokset tietyistä asennosta toiseen. Tämä tarkoitti, että ilmeet piti mallintaa valmiiksi. Hyviä puolia tässä tekniikassa on se, että tietty verteksi on varmasti samalla paikalla aina. Mutta ilmeiden tekeminen vie paljon aikaa. Ilmeitä päätettiin tehdä vaaditut neljätoista kappaletta.

Aluksi ei tiedetty, mitä ilmeistä tarvittaisiin, joten oli järkevää mallintaa ne kaikki. Ilmeiden määrää voisi vielä lisätä sillä, että tekisi niistä kaikista asymmetriset versiot. Näin pystyttäisiin animoimaan tarvittaessa vain oikeaa puolta kasvoista. Tämä jätettiin tekemättä, koska se olisi tarkoittanut, että jokaisen ilmeen jälkeen pää olisi pitänyt yhdistää aina neutraaliin toiseen puoleen, näin oltaisiin menetetty symmetria työkalun hyvät puolet, kuten muokattavuus. Jokaisen ilmeen yhdistäminen olisi vaatinut vielä lisää aikaa. Asymmetrisyyden tekeminen olisi antanut hahmolle lisää ilmaisukykyä. Alkuperäinen jätettiin säästöön ja ilmeiden muokaus aloitettiin tekemällä kopio, johon muutokset tehtiin.

Ensimmäinen ilme, joka mallinnettiin oli suu auki -ilme. Mallinnuksen aikana huomattiin ilmeiden mallinnuksen suurin ongelma, eli suun sisällä olevien verteksien paikkojen hahmottaminen. Suun sisäpuolen verteksien paikan hahmottamisen tekee vaikeaksi ohjelman tyyli piirtää pintojen väärällä puolella olevia verteksejä huonosti ja että jokainen ilme piti mallintaa suu kiinni (paitsi tietenkin suu auki, ylähuuli ylös, alahuuli alas -ilmeet).

Ongelmaa kierrettiin hitaalla tavalla. Jokainen ilme laitettiin alkuperäisen pään Morpher muokkaajan uudelle kanavalle. Sitten ilmeeseen lisättiin ensimmäisenä valmistunutta suu auki -ilmettä. Näin pystyttiin tutkimaan kahden ilmeen vaikutukset suun sisäpuolen vertekseihin. Tämän jälkeen sisäpuolen verteksit yritettiin korjata ja alkuperäisen pään Morpher muokkaaja päivitettiin vastaamaan muutoksia.

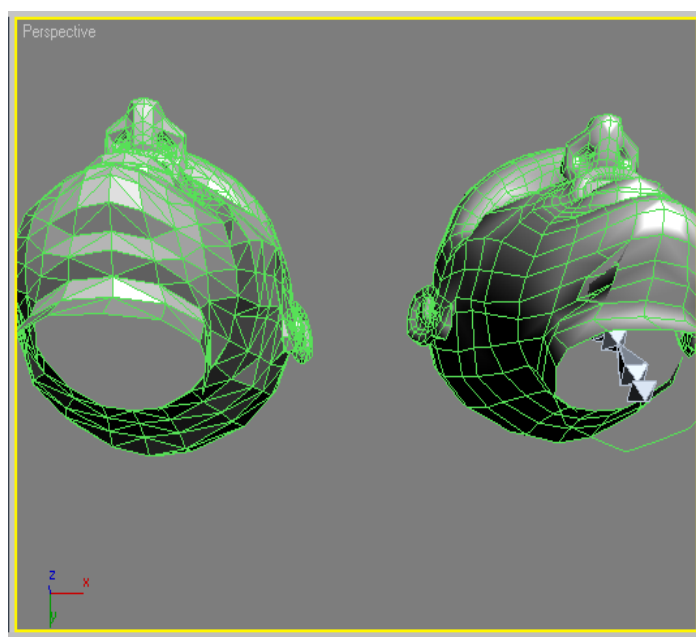
Ylähuuli- ja alahuuli auki -ilmeissä suunniteltiin ensin käyttää suu auki-ilmettä pohjana, mutta se rikkoisi morphauksen periaatteita. Ilmeen liikkumaton huuli olisi kuitenkin tehnyt pientä liikettä animointivaiheessa, koska sen paikan täysin alkuperäiseksi olisi ollut erittäin vaikeata. Hampaita käytettiin mittarina huulien sopivan korkeuden saavuttamiseksi.

Kapeat huulet -ilme oli varmasti yksi vaikeimpia ilmeitä tehdä. Siinä kummatkin huulet rullautuivat ulospäin ja näin paksuuntuivat. Huulia oli helppo paksuntaa, mutta geometrian, jonka piti luoda huulien paksuuntuminen, siirtäminen suun sisäpuolelta ulos oli haasteellista, koska huulet piti pysyä kuitenkin kiinni lopputuloksessa ja huulien muoto ei saanut muuttua epäluonnolliseksi. Sama ongelma oli myös ylähuuli ulos- ja alahuuli ulos -ilmeitä tehdessä. Näiden ero verrattuna kapeat huulet -ilmeeseen oli se, ettei niissä suu kapene yhtään ja niissä muutos koski vain toista huulista. Ylähuuli ulos ja alahuuli ulos -ilmeitä ei voinut tehdä kapeat huulet -ilmeestä, koska se olisi rikkonut morphauksen periaatteita, mutta toisinpäin tehtynä se olisi voinut onnistua.

Sierainten nosto oli ilmeistä helpoimpia tehdä, eikä sen tekemiseen käytetty paljon aikaa. Sierainten nostoa käytetään esimerkiksi pahastumista kuvaavassa ilmeessä, lisäämään siihen tarvittavaa autenttisuutta.

Kaikki kasvojen yläosan ilmeet, joiden tarkoituksena oli liikuttaa kulmakarvoja, tehtiin nopeasti käyttäen apuna muokattavan kopion päälle laitettua toista kopiota neutraalista päästä. Tämän neutraalin pään tarkoitus oli toimia visuaalisena apuna, että kulmakarvat ja näiden alla oleva virtuaalinen liha ei vahingossa liikkunut kallon sisäpuolella, vaan oikeaoppisesti kallon pinnalla. Tätä apukeinoa käyttäen kulmakarvojen ja pään yläosan mallinnus tapahtuivat nopeasti ja ilman ongelmia.

Mallinnusvaikeuksien lisäksi ilmeiden teko loi yhden erittäin eriskummallisen ongelman, jonka perimmäiset syyt eivät ikinä täysin selvinneet. Kun kaikki ilmeet oli laitettu alkuperäisen pään Morpher muokkaajaan, huomattiin, että suu auki -ilmeeseen muuttaessaan alkuperäisen pään neljä verteksiä siirtyivät väärille paikoille. Nämä neljä verteksiä sijaitsivat sillä puolella päätä (vasemmalla puolella), jonka Symmetry muokkaaja loi, eikä mallinnetulla puolella. Suu auki -ilmeen pää oli kopio alkuperäisestä päästä, eikä sitä tehdessä tuhottu yhtään pintaa, joten verteksien järjestyksen ei olisi pitänyt siirtyä. Joten loogisesti Symmetry muokkaajan tekemän pään pitäisi olla samanlainen kuin alkuperäisen pään. Kuvassa 37 oikealla olevassa kasvomallissa näkyy virheellisesti liikkuneet verteksit. Kuvassa oikeanpuoleinen kasvomalli on alkuperäinen pää, missä on morpher muokkaaja, ja vasemmalla suu auki -ilmeen kasvomalli.



Kuva 37: Ongelmalliset verteksit

Tätä neljän verteksin siirtymää ei esiintynyt suu auki -ilmeen päässä, mutta muuttaessa alkuperäistä päätä kohti suu auki -päätä ne ilmestyivät. Ongelmaa lähdettiin ratkaisemaan kaatamalla kummankin pään muokkaaja pinot, mikä tarkoittaa sitä, että kaikki malliin vaikuttavien muokkaajien tekemät muutokset tehdään peruuttamattomaksi osaksi mallin geometriaa.

Huomattiin, että verteksit suu auki-ilmeen vasemmalla puolella kasvoja olivat eri järjestyksessä kuin alkuperäisen pään kasvojen vasemmalla puolella. Koska verteksit olivat eri järjestyksessä, ne pyrkivät niille paikoilleen, jotka suu auki -ilmeen pää oli niille määrännyt. Huomattavaa on se, että kummankin mallin kasvojen oikealla puolella, joka oli käsin mallinnettu puoli, verteksit olivat samassa järjestyksessä. Se miksi Symmetry muokkaaja teki näin, ei ikinä selvinnyt.

Lopulliseksi ratkaisuksi löytyi siis suu auki -mallin pinon kaataminen. Toimenpiteen jälkeen mallia ei voi enää muokata niin, että oikean puolen muokkaus tekee muokkauksen myös automaattisesti vasemmalle puolelle kasvoja, kuten symmetry muokkaaja teki. Pinon kaatamisen jälkeen pinnat, jotka väärässä järjestyksessä olleet verteksit määrittivät, tuhottiin niin, että verteksit jäivät kuitenkin olemaan vanhoille paikoillaan. Ensimmäin yritettiin luoda uudet pinnat, mutta verteksin automaattinen laskenta laittoi ne aina väärään järjestykseen. Joten ainoaksi keinoksi jäi verteksin siirtäminen oikeille paikoilleen käsin. Apuna tässä käytettiin snap työkalua (snap to vertex) ja yhtä uutta luotua verteksiä, joka sitten poistettiin kun muut verteksit olivat vaihtaneet keskenään paikkaansa. Uusien pintojen teon jälkeen alkuperäisen pään muokkaantuminen suu auki -ilmeeksi toimi ongelmitta. Mutta suu auki -ilmeen päästä menetettiin suuri määrä muokattavuutta.

Morphaus-tekniikalla on helppo tehdä pieniä virheitä animaatioon. Jos vahingossa siirtää jonkin ilmeen väärää verteksiä, eikä huomaa heti sitä korjata, niin animaatioon jää helposti väärin verteksin liikkumista. Esimerkiksi hymyilevässä päässä oli siirtynyt niskassa oleva verteksi epähuomiossa. Joten aina kun hahmo hymyili, niskassa tapahtui tahatonta muuttumista. Verteksin paikkojen korjaaminen täysin samoille paikoille on erittäin hankalaa, koska mallit sijaitsevat eri paikassa avaruudessa. Verteksin paikka pitäisi pystyä määrittämään suhteessa muihin ympärillä oleviin vertekseihin.

## 6.5 Weighting ja wire

### 6.5.1 Weighting

Morphaus-tekniikka valittiin animointitekniikaksi lähinnä sen takia, että siinä joutuu tekemään vähiten verteksien painotusta (weighting). Painottaminen on tarkkuutta vaativaa työtä, ja sillä yleensä joutuu korjaamaan vain niitä vaikeimpia kohtia, kuten nivelien taipumiskohtia. Usein nivelien taipumiskohdissa kontrolliohjekti hallitsee verteksiä liian painavasti, joten verteksi tekee liian suuria liikkeitä muodostaen epäluonnollisia kuoppia. Vähentämällä kontrolliohjektin painoarvoa voidaan näitä kuoppia poistaa.

Morphaus-tekniikassa painotusta joutuu tekemään suhteellisen vähän, vain pään sisälle laitettavat kontrolliohjektit, luut, joutui painottamaan pään kääntyilyn luonnolliseksi tekemiseksi. Luita tehtiin neljä, joista kaksi olivat kääntyviä niveliä. Alin hallitsi kaulan alueen kääntymistä, leuan korkeudella oleva hallitsi leuan alueelta ylöspäin tapahtuvaa kääntymistä. Näiden kahden luun välillä olleet verteksit jouduttiin painottamaan kahdenkymmenenviiden prosentin suhteessa. Leuan nivelillä oli kaulan alimmalla verteksirivillä nollan prosentin painotus, seuraavalla rivillä ylöspäin kahdenkymmenenviiden prosentin painotus ja siitä seuraavalla viidenkymmenen prosentin jne. Näin leuan niveltä kääntäessä se vaikutti myös laskevasti kaulaa alaspäin.

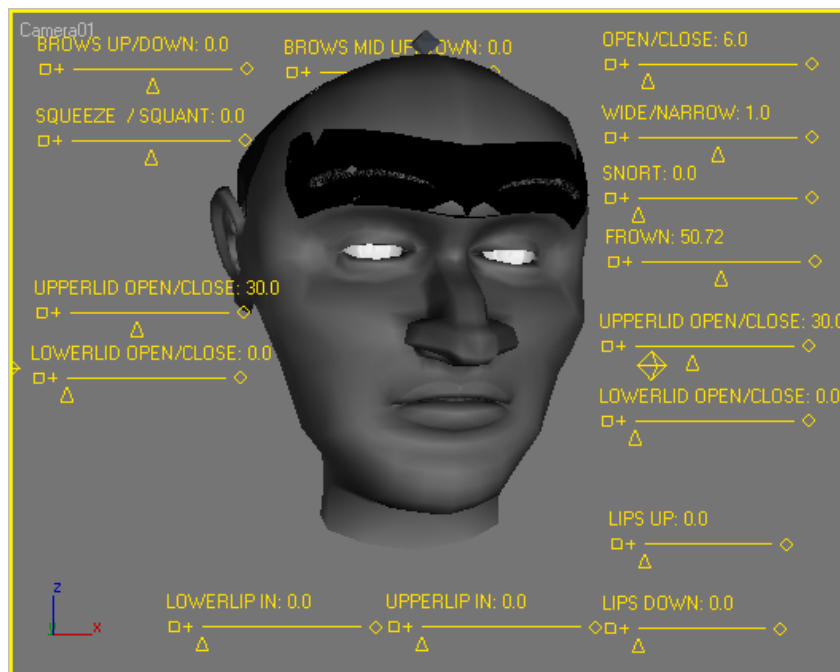
Silmäluomille tehtiin omat kontrolliohjektit kopioimalla matalapolygonimallit, jotka ohjasivat NURBS-silmiä. Koska yläluomen ja alaluomen piti pystyä tekemään toimintoja erikseen, kumpikin tarvitsi oman kontrolliohjektin. Kun silmäluomet sitten painotettiin näihin kontrolliohjekteihin, tehtiin virhe, joka huomattiin vasta arvojen kytkennässä (wiring).

Painotus tuotti ongelmia, lähinnä sen takia, että painottamisen tekeminen ei ollut kovinkaan tuttua. Ongelmia esiintyi lähinnä silmäluomien alueella, koska silmäluomet painotettiin ennen kuin koko pää painotettiin luu-kontrolliohjekteihin. Koko pään painottaminen leuan niveleen sotki silmien painotukset, ja silmäluomien painotus jouduttiin korjaamaan uudelleen.

## 6.5.2 Wire

Arvojen kytkentä (wiring) tarkoittaa sitä, että joku animoitavissa oleva arvo, esimerkiksi pituus, halutaan helpomman käytön saavuttamiseksi liittää ruudulla näkyvään erilliseen liukusäädin aputyökaluun. Liukusäätimen arvoa animoimalla pituuden arvo animoitui. Kytkennällä saadaan myös muitakin hyviä puolia. Yksi liukusäädin voi muuttaa monia arvoja eri objekteissa. Sen arvolle voidaan määrittää määreitä. Esimerkiksi kun liukusäätimen arvo on positiivinen, objektin tietty arvo muuttuu, ja kun arvo on negatiivinen, toisen objektin toinen arvo muuttuu.

Morpher muokkajan eri kanavilla olevien ilmeiden prosentimäärät kytkettiin jokainen omaan liukusäätimeensä ja aseteltiin ruudulle. Osasta liukusäätimistä tehtiin negatiivisesta alueesta positiiviseen meneviksi, osasta vain positiivisella alueella toimivia. Esimerkiksi kulmakarvat ylös ja alas liitettiin yhteiseen liukusäätimeen. Perusasento oli nollapisteessä, kulmakarvat ylös positiivisella puolella ja kulmakarvat alas negatiivisella puolella. Liukusäätimiä tuli yhteensä viisitoista, koska silmäluomet saivat omat liukusäätimensä. Kuvassa 38 on kuvattu kasvo-mallin animointiin käytettyjä liukusäätimiä.



Kuva 38: 3D Studio Maxin liukusäätimet

Morphauksen arvojen kytkentä ei tuottanut ongelmia, mutta silmäluomien kontrollojektien kytkentä tuotti. Tässä vaiheessa silmäluomet olivat painotettu ja toimivat oikein. Kun kontrollojektia pyöritti silmäluomi seurasi mukana. Mutta kun kontrollojektin pyöriytyksen yritti kytkeä liukusäätimeen, kontrollojekti kääntyi väärään asentoon siirtäen silmäluomen mukanaan. Koska silmäluomet oltiin painotettu silmän ollessa perusasennossa, hiukan keskilinjasta ulospäin käännettynä, kontrollojektin kääntyessä erikoiseen asentoon silmäluomi repeytyi kasvojen sisälle. Kun arvo on kiinnitetty liukusäätimeen sitä ei voi muuttaa enää muokkaustyökaluilla. Kääntymää, joka oli noin -90 astetta horisontaalisen akselin suhteen, yritettiin kompensoida kertomalla liukusäätimen arvoa sopivalla korjauskertoimella. Mutta koska 3D Studio Max käyttää sisäisessä laskennassaan radiaaneja, liukusäätimen arvon muuttuessa kontrollojekti pyöri vinhasti ympyrää. Koska ongelman ratkaisuun ei tuntunut auttavan edes 3D Studio Maxin degToRad funktio, jonka tarkoitus on muuttaa asteet radiaaneiksi, ongelma päätettiin kiertää. Kiertotieksi muodostui hankalasti monivaiheinen ”look at”- kontrolleri, joka katsoo dummy apuobjektiin, jonka vertikaalista liikettä liukusäädin sitten ohjaa. Luultavasti ongelman olisi saanut ratkaistua myös tekemättä monimutkasta kiertotietä, mutta työssä oli päästävää eteenpäin ja ”look at”-ratkaisu tuntui toimivan. ”Look at” - kontrolleri toimii niin, että se laittaa objektin ”katsomaan” kohti tiettyä apuobjektia, eli kääntää objektia niin, että sen määrätty akseli osoittaa aina apuobjektin suuntaan.

## 6.6 Animaatio

Animaation tekeminen alkoi tekstin analysoinnilla. Analysointi tapahtui jakamalla sanat äännteisiin, joista sitten yritettiin tunnistamaa mahdolliset visimit. Visimeitä yritettiin tämän jälkeen yhdistää toisiinsa. Visimeitä tunnistettiin päättelemällä, mutta myös ääntämällä sanaa ääneen ja tutkimalla miten suu liikkui. Aikaiseksi saatiin suunnitelma visimeistä.



Taulukko 2: Sanojen analysointi

<i>Sana</i>	<i>Ensimmäinen vaihe</i>	<i>Lopullinen</i>
What?	W-H-AH-T	W-AH-T
Haven't	IH-AH-V-EE-T	IH-AH-V-T
You	OO	OO
Seen	S-EE-N	S-EE
Talking	T-OO-L-K-ING	T-OO-IH
Head	H-EE-D	H-EE
Before?	B-EE-F-OO-R-EE	B-EE-F-OO-R

Huomattiin, että esimerkiksi ”you”-sana voidaan korvata pelkällä OO-visimillä, koska se on täysin kahden sanan välissä eikä tarvitse erityistä korostusta.

Visimilistan kanssa aloitettiin itse animaatio. Ääniraidalle lisättiin alkuun hiukan tyhjää, koska 3D Studio Maxin sisäistä ääniraidan aloitusaikaa ei pysty siirtämän vaan sen pitää aina alkaa nolla sekunnilta. Animaation pidentämisen takia alkuun animointiin ensin pelkkää pään kääntyilyä, jonka vaikein kohta oli saada silmät kääntymään oikeaan aikaan. Silmiä ei liitetty kontrollereihin, vaan niitä animoitiin silmämunaa pyörittämällä. Tarkoituksena oli seurata tekojärjestystä, ensin visimit koko lauseesta ja sitten suun aukeilut, mutta monesti animaatiota tuli tehtyä sana kerrallaan. Se tuntui jotenkin luontevammalla tavalla työskennellä kuin käydä ensin visimit lävitse koko lauseesta, sitten tehdä suun aukeilut ja sitten säätää visimien suhteellisuus. Ensin animoitiin suun liikkeet, sen jälkeen otsan liikkeet ja viimeiseksi pään isot liikkeet.

Suun animaatio tehtiin visimilistan mukaisesti, mutta joissain tapauksissa jouduttiin käyttämään artistista vapautta, koska lopputulos näytti epärealistiselta. Pään liikkeillä haluttiin korostaa alussa ollutta ”what”-sanaa, niin, että hahmo näyttäisi hiukan hämmentyneeltä. Korostus piti tehdä hahmon pään vetämisellä taakse ja sitten korostaa seuraavaa lausetta tuomalla päätä selvästi eteenpäin. Mutta pään taaksepäin vetäminen tehtiin ensin liian vahvaksi, joka teki hahmosta pelästyneen oloisen. Tässä vaiheessa päätettiin muuttaa lähestymistapaa ja tehdä hahmosta ylimielinen. Ylimielisyyttä haettiin siristämällä hiukan hahmon silmiä ja siirtämällä silmiä nopeasti alaviistosta suoraan eteenpäin. Pään liikkeet tehtiin huomattavasti varovaisemmiksi.

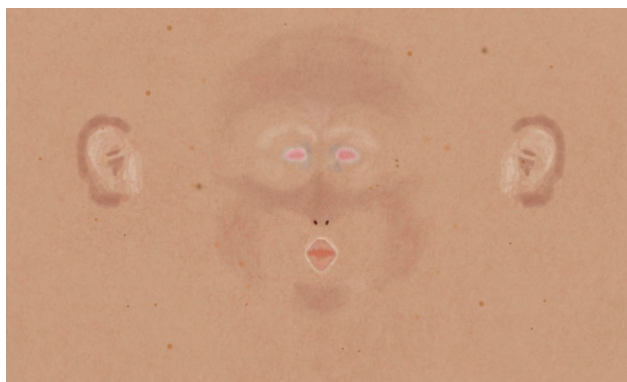
Ongelmana oli koko ajan, että otsan, pään ja silmien liikkeille tehty kuvakäsikirjoitus ei pitänyt missään vaiheessa paikkaansa. Kuvakäsikirjoituksen hahmo oli huomattavasti elävämpi ja sarjakuvamaisempi kuin realistisemmin mallinnettu hahmo antoi myöten. Tämän takia ilmeet eivät saavuttaneet kuvakäsikirjoituksessa haettua tyyliä ja kuvakäsikirjoituksesta tuli käyttökelvoton. Kuvakäsikirjoitusta yritettiin muokata tarkoitusta vastaavaksi, mutta joka kerta kuvakäsikirjoituksen kuvaava ilme oli vahvempi kuin itse animaatiossa. Tämän takia kuvakäsikirjoitus hylättiin.

## **6.7 Teksturointi**

Päätös mallin tekstuurien tekemisestä tapahtui vasta itse animaation tekemisen jälkeen. Erikoinen järjestys ei tuottanut mitään ongelmia, lähinnä vain auttoi nopeasti huomaamaan jos teksturointi ei toiminut liikkuvassa mallissa.

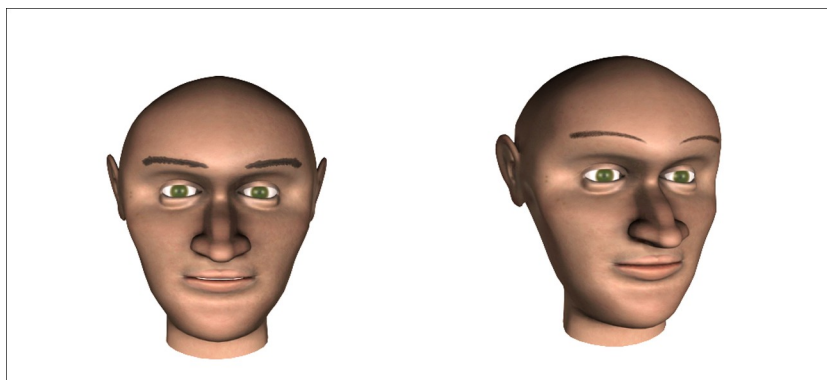
Hahmo teksturoitiin itsepiirtämällä värikartalla. Värikartan tekemisessä auttoi 3D Studio Maxin ilmainen pieni plugin nimeltään Textporter (<http://www.cuneytozdas.com/software/3dsmax/>), jonka tarkoituksena on tehdä levitetty kuva mallin UVW-kartasta, jonka mukaisesti kartta voidaan piirtää sitten erillisessä kuvankäsittely ohjelmistossa. UVW-kartta kertoo, mikä kohta kuvaa lasketaan millekin pinnalle.

Tekstuuri voitaisiin tehdä joko kopioimalla valokuvista paloja ja liittämällä ne toisiinsa tai piirtämällä käsin. Käsin piirtämiseen päädyttiin kun valokuvista ei saatu tarpeeksi palasia täyttämään koko kasvoja. Valokuvista tehtynä on kuva ehkä hiukan autenttisempi, mutta työtä siinä voi olla yhtä paljon kuin itse piirretysäkin. Kuvassa 39 on käsintehty tekstuuuri, jota käytettiin mallissa.



*Kuva 39: Tekstuuri*

Materiaalin teko ei kuulu tämän opinnäytetyön aihealueeseen, joten sen tekoprosessi ohitetaan nopeilla huomioilla mitä olisi voinut tehdä paremmin. Textporterrilla otettu UVW-karttakuvan kuvasuhde oli väärä, jonka takia osien hahmottaminen tuotti vaikeuksia. Kulmakarvat maalattiin alkuperäisesti kasvojen materiaaliin, joka ei ollut järkevä päätös visuaaliselta kannalta. Viime hetkellä päätettiin muuttaa kulmakarvat erilliseen objektiin, jolle tehtiin oma materiaali. Objekti toimi myös morphaus-tekniikalla ja se seurasi alkuperäisen pään geometriaa. Kuvassa 40 on vasemmalla vanhat maalatut kulmakarvat ja oikealla uudet erilliseen objektiin tehdyt kulmakarvat.

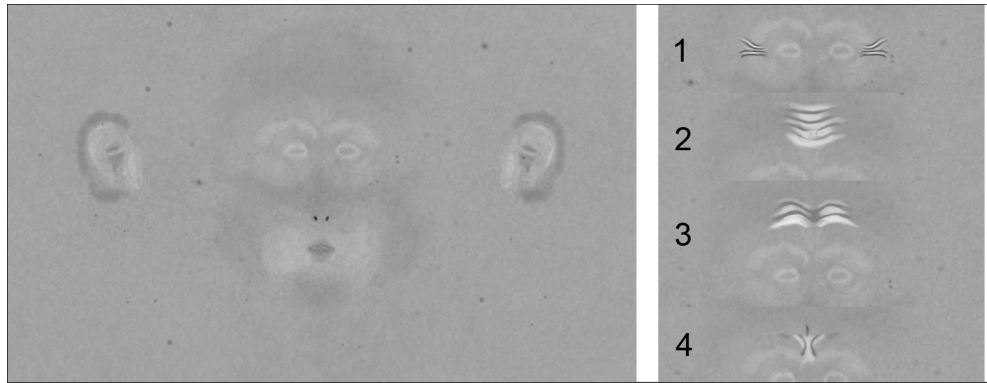


*Kuva 40: Kulmakarvojen kehitystä*

Samalla tehtiin yksi yleinen syvyyskartta, sekä kolme muuta syvyyskarttaa. Näitä lisäkartoja käytettiin tehostamaan otsan liikkeitä tekemällä ryppyjä. Syvyyskarttojen vaihto kytkettiin samoihin liikusäätimiin, missä kulmakarvojen ohjauskin

oli. 3D Studio Maxissa on materiaali nimeltään Morpher, jota käytetään juuri tällaisessa tapauksessa, eli vaihdetaan materiaali samalla kuin malli muuttuu uuteen ilmeeseen. Valitettavasti materiaali osoittautui ongelmalliseksi. Morpher-materiaali toimii yhteistoiminnassa Morpher muokkaajan kanssa. Materiaalissa on yksi päämateriaali, johon tehtiin materiaali piirretystä kasvokuvasta sekä syvyyskartasta. Päämateriaalin lisäksi siihen voi määrittää Morpher muokkaajan jokaiselle kanavalle oman materiaalin, johon siirtymisen ohjelma sitten laskee esimerkiksi kuvan renderöintivaiheessa. Materiaali toimi hyvin niin kauan, kunnes kaksi eri kanavaa yrittivät yhtä aikaa vaikuttaa mallin lopulliseen materiaaliin.

Kun koko animaatio renderöintiin valmiiksi, huomattiin, että malli muuttui 98–100 kuvan välillä huomattavasti tummemmaksi kuin muussa animaatioissa ja sitten normalisoitui yhdessä kuvassa ja pysyi normaalina loppuanimaation ajan. Tällä välillä kaksi ilmettä, ”kulmakarvat alas(keskeltä)” ja ”kulmakarvat alas (sivuilta)” vaikuttivat malliin. Ja heti kun näiden ilmeiden yhtäaikainen vaikutuksen muutos loppui, niin materiaalikin palautui normaaliksi. Syyksi paljastui Morpher-materiaalin additiivinen laskenta, joka laski muutosvaiheet väärin. Oletettavasti se laski kohden syvyyskartan muokkaukset yhteen. Kaksi syvyyskarttaa sisälsivät saman tiedon ja muutoksen. Se tieto, mikä oli samanlaisena kummassakin syvyyskartassa, moninkertaistui. Neuvoja, miten ongelma ratkaistaisiin, ei löydetty, joten ongelma piti kiertää. Kiertotieksi muodostui Composite-materiaali, joka on materiaali, millä voidaan yhdistää monia materiaaleja keskenään. Näiden sekoitussuhdetta animoimalla saavutettiin sama tulos kuin Morpher-materiaalilla. Morpher olisi ollut siinä suhteessa helpompi, että sen mitään arvoja ei tarvinnut kytkeä liukusäätimiin, mutta kun kerran kytkentä oli tehty, niin se toimi yhtä hyvin. Kuvassa 41 on erilaiset syvyyskartat, joita Morpher-materiaalilla animointiin. Suurin kartta on yleiskartta, jota käytettiin pohjalla muille syvyyskarttoille. Muista syvyyskarttoista näkyy vain osat, joissa tapahtui muutosta. Ylimmäistä käytettiin kun kulmakarvat olivat erillään. Siitä seuraavaa alaspäin käytettiin kun kulmakarvat nostettiin keskeltä ylös ja siitä seuraava käytettiin kun kulmakarvat nostettiin ylös. Viimeistä käytettiin kun kulmakarvat puristuivat yhteen.



Kuva 41: Syvyyskartat

## 7 PÄÄTÄNTÄ

Animaation tekemistä ei voi oppia tekemättä. Case-osiosta saatiin paljon käytännönkokemusta kasvoanimaation tekemisestä ja suunnittelusta. Teoria voi opettaa etsimään ja tekemään niitä asioita, jotka tekevät animaatiosta uskottavaa. Uskotavan kasvoanimaation tekeminen on pitkä ja vaativa urakka, ja työtä helpottavat ohjelmat ja työkalut eivät kuulu mallinnuspakettien perustyökaluihin, minkä takia niitä ei voitu käyttää tämän opinnäytetyön tekemisessä. Vaikka työkaluja ja ohjelmia kasvoanimaation tekoon on olemassa, ne ovat yleensä kohtuullisen hintaisia ja jokaisella on oma erilainen lähestymistapansa kasvoanimaation tekemiseen. Omiin tarpeisiin työkalun löytäminen vaatisi paljon aikaa tutustua ja halua oppia näitä ohjelmia. Käsini tehtynä animaattori on itse vastuussa sanoman perille menemisestä ja käsini tehtynä lopputuloksen laatu on täysin kiinni animaattorin omasta viitseliäisyydestä. Ohjelmia kasvoanimaation tekemiseen on esimerkiksi Ventriloquist (<http://www.digimation.com/home/?Content=softwarehome.html>) ja Magpie Pro (<http://www.thirdwishsoftware.com/magpiepro.html>).

Case-osion animaatio oli ensimmäiseksi kasvoanimaatioksi kohtuullisen hyvin onnistunut. Paljon asioita voisi vielä parantaa, mutta lopputulos oli sitä, jota lähettiin hakemaan. Itse animaation tekeminen oli, työkalujen ollessa valmiina, nopeata ja suhteellisen helppoa. Aikaa vievin osa oli ehdottomasti ilmeiden mallinnus. Ilmeiden mallinnus on myös se osa, jossa esiintyi eniten ongelmia. Mallinnusta vaikeuttivat tahattomat verteksien liikkumiset, minkä korjaaminen alkuperäisen mallin mukaiseksi huomattiin vaikeaksi, sekä suun sisäpuolen verteksien siirtäminen oikeille paikoilleen, mikä oli lähinnä kokeilun ja erehdyksen takia hi-

dasta työtä.

Karvojen, eli hiuksien ja kulmakarvojen tekemiseen olisi voinut käyttää enemmän aikaa ja vaivaa, mutta niiden realistisen näköiseksi tekemistä ei pidetty missään vaiheessa niin tärkeänä työn lopputuloksen kannalta. Tärkeämpää oli saada aikaan animaatio, josta voisi tunnistaa, mitä hahmo on sanomassa. Sekundaarista animaatiota, eli korvanpäiden hentoa heilumista ja hiuksien liikkumista, ei muutenkaan tehty.

Ääniraidasta visimien ja oikeiden äänteiden löytäminen oli saatu lähdemateriaalissa kuulostamaan helpolta. Sitä se ei ole. Suurimpana ongelmana oli tietenkin kieli, joka valittiin englanniksi lähdemateriaalien ollessa englantia. Mutta siinä tapauksessa pitäisi pystyä jakamaan sana äänteisiin englanniksi, joka ei ole välttämättä selvä asia suomea äidinkielenään puhuvalle. Visimien animoinnissa jouduttiin käyttämään paljon vapautta suun asentojen suhteen, koska selviä sääntöjä, mitä noudattaa aina tietyssä tilanteessa, ei ole olemassa. Tämä vapaus siirtää vastuun täysin animaattorille: onko äänne nyt varmasti aivan oikean näköinen ja ymmärrettävissä.

Tekstin muutos vaikutti suuresti työhön. Koska teksti näyteltiin itse, siitä puuttui kaikki ammattinäyttelijän tuoma tekniikka, jota olisi kaivannut tuomaan hahmoa henkiin. Tämän takia tekstin kuvakäsikirjoituksen tekeminen oli vaikeata. Suun liikkeet olivat helposti omaksuttavissa ja suunniteltavissa, mutta kasvojen ilmeet, silmien liikkeet ja pään asennot tuottivat eniten ongelmia. Koska teksti oli näytelty ilmeettömästi, ei siihen pystynyt animoimaan erityisesti ilmettä. Sen takia kuvakäsikirjoitus ja lopullinen työ eivät oikein täsmänneet ja kuvakäsikirjoitus muuttui käyttökelvottomaksi. Kuvakäsikirjoituksessa hahmo oli huomattavasti ilmeikkäämpi, mitä hahmon ilmeet antoivat myöten. Syynä siihen oli, että hahmon ilmeet mallinnettiin kuitenkin lähemmäksi aitoa ihmistä kuin sarjakuvamaista piirrosjälkeä. Kuvakäsikirjoituksen hyödyllisyys jäi loppujen lopuksi aika marginaaliseksi.

Kun tekstin lyhentämisestä päätettiin, ajateltiin yhden lauseen saavuttavan täysin työn asettamat tavoitteet. Mutta yhdestä lauseesta ei voi tehdä ilmeikästä ylinäyttelemättä kauheasti. Tämän takia tekstin olisi pitänyt olla pidempi, että animaatioon olisi saatu sitä kaivattua vaihtelevuutta. Yksi lause opetti kyllä, että suun

asentojen tunnistamiseen kaipaisi aputyökaluja, joilla voisi saada edes jonkinlaisen ajatuksen siitä, mitä haetaan ja millä hetkellä suun pitäisi olla tietyssä asemassa.

Kasvoanimaation tekeminen on mahdollista 3D Studio Max ohjelman peruspaketilla, mutta sitä ei kannata yrittää, jos projektin aikataulu on tiukka. Vaikka itse animaation tekeminen voikin onnistua kohtuullisen nopeasti, hahmon ilmeiden mallinnus vie paljon aikaa ja on vaativaa työtä. Silloin projektissa pitää tasapainotella budjetin, aikataulun, haettavan teknisen tason ja tehtävän työn määrän välillä. Jos projekti sisältäisi useita puhuvia hahmoja, voi työmäärä olla liian suuri käsin animoitavaksi ja automaattisempia ratkaisuja pitäisi tutkia.

## LÄHTEET

Brown, M. What is Gimbal Lock and why does it occur [verkkodokumentti]? 2006 [viitattu 17.1.2006]. Saatavissa: <http://www.anticz.com/eularqua.htm>

Doyle, A. 2000. Lip Service. Computer Graphics World. August 2000, 51–57.

Gibbons, A. Criven tutorial [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 17.1.2006]. Saatavissa: <http://67.15.36.49/team/tutorials/criven/criven02.asp>

Hager, J. C., Ekman Paul. The Inner And Outer Meanings Of Facial Expressions [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: [http://face-and-emotion.com/dataface/misctext/inner\\_outer.html](http://face-and-emotion.com/dataface/misctext/inner_outer.html)

Hager, J. C. Description of Facial Action Coding System (FACS) [verkkodokumentti]. 2006a. [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: <http://face-and-emotion.com/dataface/facs/description.jsp>

Hager, J. C. Emotion and Facial Expression [verkkodokumentti]. 2006b [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: <http://face-and-emotion.com/dataface/emotion/expression.jsp>

Hager, J. C. Face Reading [verkkodokumentti]. 2006c [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: <http://face-and-emotion.com/dataface/general/guide.jsp>

Hager, J. C. Facial Expression: A Primary Communication System [verkkodokumentti]. 2006d [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: <http://face-and-emotion.com/dataface/expression/expression.jsp>

Hager, J. C. Facial Expression Has Many Messages and Multiple Sources [verkkodokumentti]. 2006e [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: <http://face-and-emotion.com/dataface/expression/information.jsp>

Hager, J. C. Fascinating Facts About the Facial Muscles and Their Role in Facial Expression [verkkodokumentti]. 2006f [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: <http://face-and-emotion.com/dataface/expression/musclefacts.jsp>



Hager, J. C. Theories of Emotion and Emotional Expression [verkkodokumentti]. 2006g [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: <http://face-and-emotion.com/dataface/emotion/theories.jsp>

Hager, J. C. Research And Technical Tools for Studying the Face [verkkodokumentti]. 2006h [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: [http://face-and-emotion.com/dataface/tools/tools\\_intro.jsp](http://face-and-emotion.com/dataface/tools/tools_intro.jsp)

Kalberer, G. A., Müller, P. & Van Gool, L. 2004. Modeling and Synthesis of Realistic Visual Speech in 3D. IDEA group Inc.

Lemmetty, S. Akustiikan perusteita [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 17.1.2006]. Saatavissa: <http://koti.welho.com/slemmett/tieto/akustiikkaa.htm>

Lander, J. Flex Your Facial Muscles [verkkodokumentti]. Gamasutra, 2000a. [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: [http://www.gamasutra.com/features/20000414/lander\\_pfv.htm](http://www.gamasutra.com/features/20000414/lander_pfv.htm)

Lander, J. Read My Lips: Facial Animation Techniques [verkkodokumentti]. Gamasutra, 2000b. [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: [http://www.gamasutra.com/features/20000406/lander\\_pfv.htm](http://www.gamasutra.com/features/20000406/lander_pfv.htm)

Osipa, J. 2003. Stop Staring. Sybex Inc. Marina Village Parkway, Alameda, CA 94501, USA.

Pohjalainen, T. 2004. Kolmiulotteinen kasvoanimaatio. Työpajaseminaari. Lahden ammattikorkeakoulu. Tekniikan laitos.

## **KUVALÄHTEET**

Kuva 1. Gibbons, A. Criven tutorial [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 17.1.2006]. Saatavissa: <http://67.15.36.49/team/tutorials/criven/criven02.asp>

Kuva 2. Gray, H [verkkodokumentti]. Wikipedia. 2006 [viitattu 9.2.2006]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Gray378.png>

Kuva 11. Osipa, J. 2003. Stop Staring. Sybex Inc. Marina Village Parkway, Alameda, CA 94501, USA. 27.

Kuvat 14–17. Osipa, J. 2003. Stop Staring. Sybex Inc. Marina Village Parkway, Alameda, CA 94501, USA. Kirjan mukana tullut optinen levy.

Kuvat 3–10,12,13,18–41. Pohjalainen T.

## **LIITTEET**

Liitteenä cd-rom, joka sisältää valmiin animaation ja elektronisien lähteiden kopiot.