

3D-animaation hyödyntäminen piirrosanimaatiossa

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Mediatekniikka
Tekninen visualisointi
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Eveliina Juntunen

Lahden ammattikorkeakoulu
Mediatekniikan koulutusohjelma

JUNTUNEN, EVELIINA:

3D-animaation hyödyntäminen piir-
rosanimaatiossa

Teknisen visualisoinnin opinnäytetyö, 39 sivua

Syksy 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tutkittiin, miten 3D-animaatiota hyödynnetään piirrosanimaatiossa. Tästä on tullut suosittua 2000-luvun kuluessa ja siksi haluttiin ottaa selvää, miten tämä käytännössä onnistuu. Työn innoittajana toimi vahva kiinnostus animaatioita ja niiden tekemistä kohtaan.

Aluksi käydään läpi, mitä piirrosanimaatio ja 3D-animaatio ovat ja miten ne eroavat toisistaan. Tämän jälkeen tutkitaan, miten näitä kahta eri tekniikkaa yhdistellään ja mitä hyötyä siitä on. Esitellään myös 3D-mallinnukseen ja –animaatioon kuuluvia tekniikoita. Tärkein huomion kohde on se, miten 3D-animaatio saadaan näyttämään piirrosanimaatiolta.

Teoriaosuuden jälkeen perehdytään käytännön työn avulla siihen, miten onnistuu piirrosanimaation ja 3D-animaation yhdistäminen. Tätä varten tehtiin lyhyt animaatio, jossa yhdistettiin 3D-mallinnettu lentokone ja käsin piirretty hahmo.

Asiasanat: 3D-animaatio, cel shading, perinteinen animaatio, piirrosanimaatio

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Media Technology

JUNTUNEN, EVELIINA:

Utilizing 3D animation in cartoons

Bachelor's Thesis in Visualization Engineering, 39 pages

Autumn 2015

ABSTRACT

This thesis explored how 3D animation is utilized in cartoons. Combining these two forms of animation have become very popular during the 21st century. Therefore it was the intention of this thesis to find out how 3D-animation is used in cartoons in practice.

First this paper goes through what traditional hand drawn and 3D animations are and how they differ from each other. Then it explores how these two techniques are combined and how to benefit from doing so. It presents techniques used in 3D modeling and animation. The most important part is making 3D animation to look like cartoon.

After the theory part this thesis takes a practical look at combining 3D and traditional animation. A short animation was made for this purpose. A 3D modeled aeroplane was combined with a hand drawn character in the animation.

Key words: 3D animation, cartoon, cel shading, traditional animation

SANASTO

Frame	Videossa oleva yksittäinen still-kuva.
Dope sheet	Yksityiskohtainen lista, johon merkitään kohtauksen pituus, hahmon liike, ajoitus, animaatioon vaadittavat tasot ja ääniraidan aakkosellinen jako jokaista framea kohden.
Inbetweener	Perinteisessä animaatioissa se henkilö, joka piirtää key framejen väliset frameet.
Interpolointi	Olemassa olevien raja-arvojen välisten arvojen laskeminen erilaisilla funktioilla.
Key frame	Määrittävät animaatioissa liikkeiden alku- ja loppukohtaan.
Kuvaformaatti	Standardisoidut määritelmät sille, miten digitaalisia kuvia tallennetaan.
Kuvakäsikirjoitus	Elokuvan tai animaation käsikirjoituksen pohjalta tehty kuvasarja elokuvan tapahtumista.
Kuvataajuus	Määrittelee videoissa, kuinka monta framea sekunnissa esitetään.
Kompositointi	Kahden tai useamman kuvan yhdistäminen yhdeksi kuvaksi.
Partikkelit	3D-grafiikassa käytettävä systeemi, joka helpottaa animointia, kun käytössä on suuri määrä elementtejä.
Piirtopöytä	Piirustusalue, joka siirtää tietokoneelle käyttäjän kynän liikkeitä. Simuloi paperille piirtämistä.
Resoluutio	Termi, joka ilmaisee kuvan yksityiskohtien määrää tai kuvassa olevien pikseleiden määrää.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ANIMAATION PERUSTEET	2
2.1	Perinteinen piirrosanimaatio	2
2.2	3D-tietokoneanimaatio	3
3	3D- JA 2D-ANIMAATIOIDEN YHDISTÄMINEN	8
3.1	Käyttökohteet	9
3.2	Hyödyt ja haitat	11
4	TEKNIIKAT	13
4.1	Suunnittelu	13
4.2	3D-mallinnus, teksturointi ja riggaus	14
4.3	Shaderit ja Cel/Toon shading	18
4.4	Animointi	20
4.5	Renderöinti	21
4.6	Kompositointi	21
5	CASE: LYHYT ANIMAATIO	25
5.1	Mallinnus ja 3D-animointi	25
5.2	Piirrosanimaation tekeminen	29
5.3	Kompositointi	30
5.4	Lopputulokset ja projektin arviointi	31
6	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

Piirrosanimaatio on ollut pitkään suosittu taiteen muoto. Perinteisesti piirrosanimaatio on tehty kokonaan käsin, mutta tietokoneiden yleistyessä on siirrytty enemmän ja enemmän digitaaliseen työskentelyyn. 3D-animaatiosta on tullut suositumpaa kuin piirrosanimaatio, ainakin länsimaissa, koska sitä on halvempaa tuottaa. Osa animaatiota tekevistä ihmisistä kuitenkin edelleen suosii käsinpiirrettyä perinteistä animaatiota, ja he ovat yrittäneet löytää tapoja hyödyntää uutta animaatiotekniikkaa vanhaan.

Opinnäytetyössä selvitetään, kuinka 3D-animaatiota yhdistetään piirrosanimaatioon ja miten siitä hyödytään. Aluksi käydään lyhyesti läpi, mitä animaatio on, mitä ominaispiirteitä piirros- ja 3D-animaatioilla on ja miten ne toisistaan eroavat. Tämän jälkeen käydään läpi käyttökohteita ja tutkitaan eri tekniikoita. Työtä varten on käytetty kirjoja ja elektronisia lähteitä.

Tutkimuksen ohella tehtiin myös lyhyt testianimaatio, jossa yhdistettiin 3D-animaatiota ja piirrosanimaatiota. Raportin viimeisessä osassa käydään läpi sen työvaiheet sekä pohditaan, miten projekti onnistui.

2 ANIMAATION PERUSTEET

Yleisen määritelmän mukaan animaatio on liikkeen illuusio, joka luodaan esittämällä yksittäisiä kuvia peräkkäin hyvin nopeasti. Ihmisen silmä tulkitsee kuvissa tapahtuvan muutoksen yhtenäiseksi liikkeeksi, mikäli kuvissa tapahtuu vain pientä muutosta ja ne vaihtuvat tarpeeksi nopeasti. Tälle pohjalle kaikki videot perustuvat, oli se sitten animaatiota tai muuta. (Cavallier & Chomet 2011, 35.)

Animaatio voidaan jakaa kahteen päätyyliin: perinteinen eli käsin tuotettu animaatio ja tietokoneanimaatio. Perinteisen animaation alatyyppejä ovat piirretty animaatio ja stop-motion-animaatio, joka jakautuu myös omiin alatyyppeihin. Tietokoneanimaatio voidaan jakaa 2D- ja 3D-animaatioon. Tässä luvussa käsitellään perinteisen piirrosanimaation ja 3D-tietokoneanimaation piirteitä ja eroja.

2.1 Perinteinen piirrosanimaatio

Käsinpiirrettyä animaatiota kutsutaan usein perinteiseksi animaatioksi, koska siitä tuli suosituin animaatiomuoto 1900-luvulla. Vuonna 1914 patentoitiin standardiksi tullut tapa käyttää läpinäkyviä kalvoja (englanniksi cel), joiden avulla pystyttiin luomaan lopullinen kuva yhdistämällä monta eri tasoa (englanniksi layer). Walt Disney oli merkittävin tekijä perinteisessä animaatiossa. Hänen studiollaan syntyi merkittäviä tekniikoita animaation tekemiseen, minkä lisäksi Disney kehitti animaatiota taiteen muotona. (Parent 2007, 7 – 8.)

Perinteisesti piirrosanimaatio piirretään käsin ja frameit kuvataan yksitellen videokameralla. Animointiprosessi aloitetaan piirtämällä paperille (kuva 1), minkä jälkeen kuvat kopioidaan käsin läpinäkyville kalvoille ja väritetään. Kalvojen käyttö mahdollistaa sen, että eri elementit pystytään animoimaan erikseen. (Parent 2007, 7, 16 – 17.) Lisäksi taustat ja muut staattiset elementit voidaan piirtää tai maalata erikseen ja yhdistää kalvojen kanssa. Näin staattisia elementtejä ei tarvitse piirtää jokaista kuvaa varten uudelleen.

Nykyään, kun käytössä on piirtopöytiä sekä monia piirtämiseen ja animaatioon tarkoitettuja ohjelmia, piirrosanimaatio voidaan tehdä kokonaan tietokoneella. Jotkut edelleen suosivat sitä, että animaatio piirretään käsin, mutta skannataan ja väritetään sekä kompositoidaan tietokoneella. (White 2006, 296.)



KUVA 1. Animaattori käyttää valopöytää apuna työssään (Sawyer 2015)

2.2 3D-tietokoneanimaatio

Ensimmäiset tietokoneanimaatiot tehtiin jo 1960-luvulla. 60- ja 70-luvuilla tietokoneanimaatio kuvattiin tietokoneen näytöltä videokameralla yksittäisinä kuvina. Yliopistoissa tietokoneanimaation tutkiminen ja kehittäminen levisi laajalle 70-luvulla. Tuona aikana kehitettiin monia tärkeitä tekniikoita: animaation toistaminen reaaliajassa, key frame –animaatiosysteemejä ja rajoitussysteemi ihmishahmon liikuttelua varten. 70-luvulla alettiin myös testailla tietokoneanimaation käyttöä elokuvateollisuudessa. (Parent 2007, 26 – 29.)

3D-tietokoneanimaatio muistuttaa tekniikoiltaan hyvin vahvasti käsin tehtyä stop-motion-animaatiota. Molemmissa käytetään etukäteen luotuja, useinmiten kolmiulotteisia objekteja, joita liikutellaan ja muokataan hieman jokaista framea varten. (Parent 2007, 10 – 11.) Tietokoneella tämä prosessi käy helpommin kuin käsin animoitaessa, koska tietokone luo joko osan tai koko liikkeen, jolloin animaattorin ei tarvitse itse luoda liikettä jo-

kaista framea varten. 3D-tietokoneanimaatio syrjäytti stop-motion-animaation käytön erikoistehosteina elokuvissa ja tv-ohjelmissa. Nykyään tietokoneanimaatiot uhkaavat syrjäyttää myös perinteiset piirrosanimaatiot, ainakin länsimaissa, koska niiden tekeminen on halvempaa ja perinteiset animaatiot eivät ole viime vuosina saaneet yhtä paljon suosiota (Mitchell 2002).

Tietokoneanimaatio nimensä mukaisesti eroaa perinteisestä animaatiosta siten, että se tuotetaan kokonaan tietokoneella. Kuvassa 2 on esimerkki 3D-ohjelman käyttöliittymästä. Nykyään tosin perinteisenkin animaatio voidaan tehdä kokonaan tietokoneella ja 3D-animaatiossa käytetään samoja periaatteita kuin perinteisessäkin animaatiossa, mutta ne eroavat huomattavasti siinä, miten animaatio käytännössä luodaan. Tietokoneanimaatiossa ensimmäisenä luodaan 3D-mallit, jotka asetellaan kohtauksista varten valojen ja kameroiden kanssa. Sen jälkeen jokaiselle eri elementille luodaan liike. Lopuksi nämä kaikki renderöidään. Tietokoneanimaatiossa voidaan kopioida ja käyttää samoja malleja, valaistusteoksia ja liikkeitä loputtomasti uudestaan. Perinteisessä animaatiossa sen sijaan hahmot, valaistus ja kameran liikkeet täytyy animoida samanaikaisesti, ja ainoastaan staattisten elementtien, kuten taustojen, käyttäminen uudestaan on mahdollista. (Parent 2007, 18.)



KUVA 2. Autodesk Mayan käyttöliittymä (Jason 2014)

Tietokoneanimaatiossa on kolme tapaa luoda liikettä: artistinen animaatio, dataan pohjautuva animaatio ja proseduraalinen animaatio. Ensimmäisessä tavassa pääpaino on animaattorin työssä. Siihen sisältyy key frameihin perustuva animaatio ja koodaamalla toteuttava animaatio. Toisessa animaatiotavassa oikean elämän liike liitetään virtuaalisiin hahmoihin. Kolmannessa tavassa käytetään laskennallisia malleja, joilla liikkeitä simuloidaan. (Parent 2007, 2, 131.)

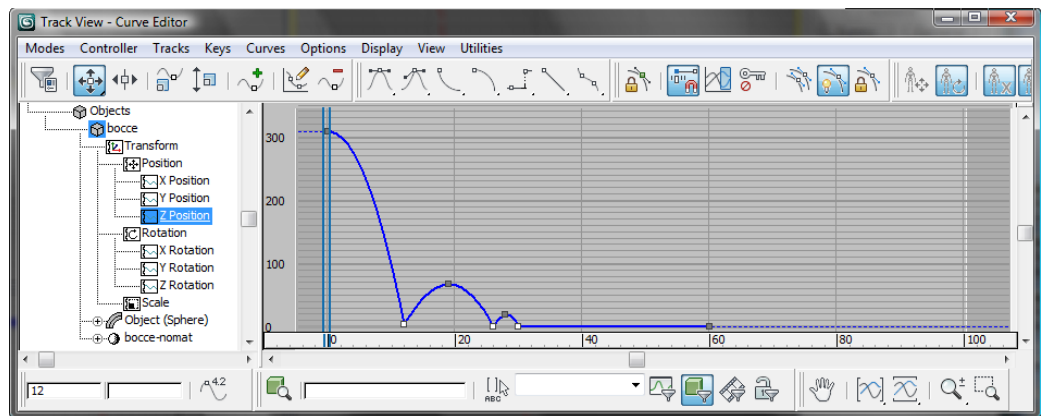
Key frameihin perustuva tietokoneanimaatio on verrattavissa perinteiseen animaatioon sillä erolla, että tietokone toimii inbetweenerinä. Animaattori määrittelee key frameit ja tietokone laskee niiden välisen liikkeen. (Parent 2007, 132.) Kuvassa 3 on esimerkki juoksuanimaation key frameista. Kuvan 3 alareunassa on aikajana, jossa frameit ovat numeroituina, ja hahmon päällä olevat numerot viittavat niiden key frameihin.



KUVA 3. Esimerkki juoksuanimaation key frameista (Animationmethods 2012)

Animaattorilla on apuna funktiokäyrät, jotka esittävät liikkeen arvojen muutoksen aikajanalla. Key frameit näkyvät käyrillä muokattavina pisteinä. Käyriä muokkaamalla vaikutetaan siihen, miten tietokone interpoloi key framejen väliset arvot. Animaattori voi esimerkiksi liikutella pisteitä, säätää käyrän terävyyttä tai tehdä joistain kohdista täysin lineaarisia. (Autodesk 2015.) Tällä tavalla vaikutetaan liikkeen nopeuteen ja tasaisuuteen. Esimerkiksi hidas liikkeen muutos näyttäytyy loivana kaarena ja nopea muutos terävänä kulmana. Kuvassa 4 on esimerkki pallon liikkeen käyrästä. Siitä nähdään, miten liike kiihtyy pallon mennessä alaspäin ja hidastuu

mennessä ylöspäin. Pallon pompun korkeus myös laskee jokaisella hypyllä.



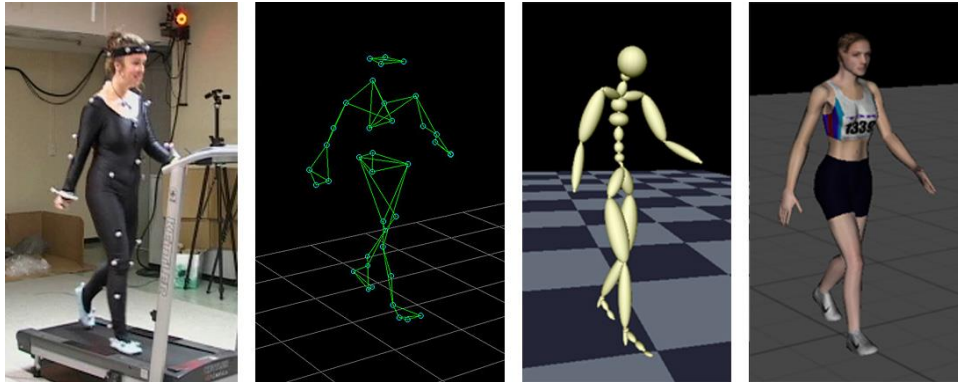
KUVA 4. 3Ds Maxin käyräeditori, jossa on kuvattu pallon pomppiminen pystysyynnassa (Autodesk 2014)

Animaatiota voidaan muokata myös koodilla. Animaatiokoodi muodostuu komennoista, joilla voidaan tuottaa monenlaista liikettä. Joissain koodeissa kaikki komennot määritellään etukäteen ja joissain käyttäjä voi antaa kommentoja. Koodikieli voi olla myös graafinen, jolloin se voidaan esittää esimerkiksi kaavioina. (Parent 2007, 136.)

Realistisen liikkeen aikaansaaminen pelkästään key frameja muokkaamalla on erittäin vaativa tehtävä. Siksi on kehitetty tapa kaapata todellista liikettä ja liittää se virtuaaliseen hahmoon. Tätä kutsutaan liikkeenkaappukseksi, ja se on dataan pohjautuvan animaation perusta. (Parent 2007, 217.)

Dataan pohjautuva animaatio etenee siten, että esimerkiksi ihmishahmoa animoitaessa näyttelijää kuvataan ensin muutamasta eri suunnasta. Useimmiten näyttelijällä on yllään musta puku, jossa on valoa heijastavia tai valoa tuottavia markkereita. Markkerit sijoitellaan yleensä nivelten kohdille. Markkereita käytetään sen takia, että tietokone pystyy tunnistamaan ne kuvista ja seuraamaan niiden liikettä automaattisesti. Kun markkereiden liike on saatu kasattua tietokoneelle kolmiulotteiseen ympäristöön, liitetään se virtuaaliseen luurankoon. Muokkaamaton kaapattu liike ei vält-

tämättä istu luurankoon täydellisesti, joten sitä täytyy vielä muokata. (Parent 2007, 217 – 230.) Kuvassa 5 on esimerkki tästä prosessista. Vasemmalta oikealle ensimmäisessä kuvassa on näyttelijä, toisessa kaapattu liike, kolmannessa virtuaalinen luuranko ja viimeisessä valmis 3D-hahmo.



KUVA 5. Esimerkki liikkeenkaappauksesta ja sen käytöstä animaatioissa (Centre de Technologies Avancées 2015)

Proseduraalista animaatiota käytetään silloin, kun halutaan tuottaa realistiselta näyttävää liikettä, esimerkiksi kappaleiden yhteentörmäyksiä. Proseduraalinen animaatio perustuu fysiikan lakien simuloimiseen virtuaalisessa ympäristössä. 3D-ympäristöön pystytään mallintamaan esimerkiksi painovoimaa ja tuulta, jotka vaikuttavat 3D-malleihin. 3D-malleille pystytään määrittämään muun muassa massa ja kimmoisuus. (Parent 2007, 233.)

Tietokone siis antaa paljon apuvälineitä animaation tekemiseen. Eri kappaleita voidaan linkittää toisiinsa, jolloin ne liikkuvat tietyllä tavalla suhteessa toisiinsa. Fysiikkamoottoria käyttämällä voidaan simuloida esimerkiksi kankaan liikkeitä tai kappaleiden yhteentörmäyksiä. Partikkelien avulla voidaan luoda ja ohjata suurta määrää pieniä kappaleita, jolloin jokaista yksittäistä osaa ei tarvitse animoida erikseen. (Parent 2007, 187, 233, 241.) Piirrosanimaatioissa kaikki tämä täytyy tehdä käsin. Hyvän lopputuloksen aikaansaaminen kuitenkin vaatii tarkkuutta ja taitoa, sillä tietokone on vain yksi työkalu muiden joukossa (Cavalier 2011, 35).

3 3D- JA 2D-ANIMAATIOIDEN YHDISTÄMINEN

Disneyn animaattorit alkoivat kokeilla 3D- ja piirrosanimaation yhdistämistä 1980-luvulla. Ensimmäinen kokeilu oli John Lasseterin *Where the wild things are*, jossa käsinpiirretyt hahmot on yhdistetty kolmiulotteisiin taustoihin. (Amidi 2011.) *Hiidenpata* oli ensimmäinen Disneyn kokopitkä elokuva, jossa käytettiin 3D-elementtejä, vaikkakin kyse oli vain lentelevästä hohtavasta pallosta.

90-luvulla piirros- ja 3D-animaatioiden yhdistäminen alkoi yleistyä. Yksi 90-luvun merkittävin esimerkki on Warner Borthersin *Rautajätti* (kuva 6). Kyseisessä elokuvassa toinen päähenkilöistä, suuri robotti, on tehty kokonaan 3D-animaationa, ja elokuva muuten on piirretty käsin. (O’Hailey 2010, 5.) 2000-luvun merkittävin esimerkki on Disneyn *Aarreplaneetta*, jonka lähtökohtana oli hyödyntää tietokoneanimaatiota mahdollisimman paljon (Siegel 2012).

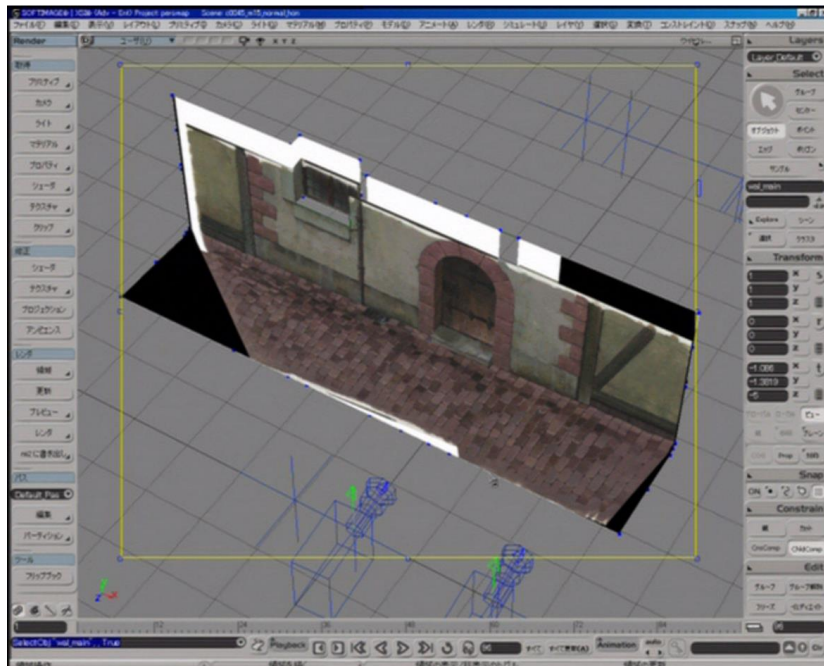
3D- ja 2D-animaatioiden yhdistäminen ei suinkaan ole pelkästään länsimaalaisen animaation oma juttu, vaan myös Japanissa tätä tekniikkaa on käytetty hyödyksi. Esimerkiksi Ghiblin elokuvassa *Liikkuva Linna* on käytetty 3D-animaatiota taustoissa ja liikkuvan linnan animoinnissa (Studio Ghibli 2006).



KUVA 6. Kuva elokuvasta *Rautajätti* (Lieberman 2006)

3.1 Käyttökohteet

3D-mallien käyttäminen on hyvin suosittua taustojen animoinnissa. Yleinen tapa on liittää käsinpiirretyt kuvat 3D-malleihin. Tällä tavalla voidaan helposti liikuttaa taustaa, ja muuttamalla kuvakulmaa tausta ei ala vääristyä. Esimerkiksi Studio Ghibli käytti tätä tekniikkaa kamera-ajojen luomiseksi elokuvassa *Liikkuva Linna* (kuva 7). Myös taustoihin kuuluvia kappaleita, kuten puita ja rakennuksia, voidaan tehdä 3D-animaationa, minkä ansiosta nekin liikkuvat sulavasti eivätkä väännä ja vääristy vahingossa (Mitchell 2002). Taustoja varten voidaan luoda myös kokonaisia kolmiulotteisia ympäristöjä. Tällöin pystytään vapaasti muokkaamaan valaistusta ja vaihtamaan kuvakulmia joutumatta piirtämään kaikkea uudestaan. Lisäksi tämä tekniikka antaa suunnittelijoille vapauden testata eri asetelmia ja kamera-ajoja virtuaalisilla kameroilla. Disneyn piirroselokuvassa *Aarreplaneetta 75* % taustoista on tehty kolmiulotteisina ympäristöinä. (Siegel 2012.)



KUVA 7. Kuvassa ohjelma, jota Studio Ghibli käytti elokuvassa *Liikkuva Linna* (Studio Ghibli 2006)

3D-animaatiota käytetään hyvin usein myös monimutkaisten elementtien, kuten kulkuvälineiden, animointiin piirrosanimaatioissa. Tämä johtuu siitä,

että käsin piirrettäessä monimutkaisen objektin perspektiivi tai yksityiskohdat vääristyvät helposti. Esimerkiksi Disneyn piirroselokuvassa *Aladdin* taikamatto on tehty 3D-animaationa, jotta siinä olevat kuviot liikkuisivat uskottavasti (kuva 8). (O’Hailey 2010, 10.) 2000-luvun animaatioista hyvin monessa näkee, että kulkuneuvot ovat animoitu tietokoneella. Esimerkiksi Futuramassa avaruusaluukset on animoitu tietokoneella, ja *The Simpson Movie* -elokuvan myötä myös *The Simpsons* -televisiosarjassa autot on tietokoneella animoitu.



KUVA 8. Kuva elokuvasta *Aladdin* (Mullins 2014)

Monimutkaisia elementtejä ovat koneiden lisäksi suuret ihmisjoukot, joiden piirtäminen käsin vaatisi hyvin paljon aikaa. Jotta säästyttäisiin tältä ylimääräiseltä ajalta, ihmisjoukko voidaan mallintaa ja animoida 3D:nä, renderöidä piirretyn näköiseksi ja liittää sitten yhteen muun animaation kanssa. Tätä tekniikkaa Disney on käyttänyt esimerkiksi elokuvassa *Mulan*. Toinen tapa on asetella kaksiulotteisia hahmoja 3D-ympäristöön, jolloin voidaan kameran kanssa mennä ikään kuin hahmojen välistä. Tätä tekniikkaa on käytetty esimerkiksi elokuvassa *The Simpsons Movie*. (O’Hailey 2010, 10.)

Lisäksi mainittakoon vielä se, että animoituja 3D-malleja voidaan käyttää piirrettyjen elementtien mallina. Tällekin löytyy esimerkki Disneyn tuotan-

nosta; elokuvassa *Karhuveljeni Koda* kahden hirven sarvet animoitiin ensin 3D:nä, minkä jälkeen ne piirrettiin käsin käyttäen 3D-animoituja sarvia mallina. (O’Hailey 2010, 10.)

3.2 Hyödyt ja haitat

Edellä tulikin jo mainittua joitain hyötyjä 3D-animaation yhdistämisessä piirrosanimaatioon. Näistä voidaan päätellä tärkeimmäksi hyödyksi se, että tietyissä tilanteissa voidaan säästää aikaa ja vaivaa ja näin ollen myös rahaa, kun animoidaan jokin asia 3D:nä sen sijaan, että se piirrettäisiin käsin. Mainittakoon myös toistamiseen, että kerran luotua 3D-kappaletta voidaan käyttää loputtomasti uudestaan, mikä jälleen säästää aikaa. 3D-animaatiossa on lisäksi se hyöty, että pienten muutoksien tekeminen malliin tai kuvakulmaan onnistuvat helposti, kun taas käsin animoitaessa joudutaan animoimaan koko animaation pätkä uusiksi (Jain, Sheikh, Mahler & Hodgins 2012).

3D-animaation käyttö piirretyissä ei kuitenkaan ole ongelmattonta. Se vaatii hyvin paljon suunnittelua ja valmistelua. Ennen kuin päästään edes animoimaan, täytyy 3D-mallit luoda, teksturoida ja rigata. Riippuen 3D-mallin monimutkaisuudesta tähän työvaiheeseen saattaa kulua paljonkin aikaa. Käsin animoitaessa animaattori voi suoraan alkaa animoida, jolloin edellä mainittua työvaihetta ei edes tarvita.

Toinen ongelma on 3D-animaation liittäminen huomaamattomasti piirrosanimaatioon (Siegel 2012). 3D-animaatio sellaisenaan näyttää täysin erilaiselta kuin piirretty animaatio, koska kolmiulotteiset kappaleet luonnollisestikin näyttävät erilaisilta kuin litteät kappaleet. Yleensä 3D:llä pyritään realismiin, minkä takia kaksiulotteisen ja varsinkin piirrosmaisesta ulkonäön aikaansaaminen vaatii omat renderöintitekniikat. 3D-mallien ulkonäkö ei kuitenkaan ole edes ainoa ongelma, vaan myös tietokoneella tuotettu liike eroaa käsin tehdystä; tietokoneanimaatio on yleensä liian pehmeää ja sulavaa verrattuna piirrosanimaatioon (Fenlon 2012).

Kahden eri ympäristöissä tehtyjen animaatioiden yhdistäminen voi tuottaa ongelmia, varsinkin jos 3D-animoidut objektit ovat kontaktissa piirrettyihin hahmoihin, kuten kuvassa 9 on. Ajoituksen saaminen kohdalleen vaatii sen, että 3D-animaation tekijä tietää tarkalleen, mitkä ovat piirrosanimaation key frame't ja kuinka monta framea niiden välissä on. Nykyään tietokoneella 3D-animaation liittäminen oikeaan kohtaan on suhteellisen helppoa. Ennen sekin tehtiin käsin, eli 3D-animaatio piti tulostaa paperille ja liittää piirretyille animaationsivuille käsin. (O'Hailey 2010, 13 – 14.)



KUVA 9. Kuvassa olevan hahmon mekaaniset ruumiinosat on tehty 3D-animaationa Disneyn elokuvassa *Aarreplaneetta* (Chronic Chronicler 2015)

4 TEKNIIKAT

3D-animaation tekeminen voidaan jakaa seuraaviin työvaiheisiin: suunnittelu, 3D-mallinnus, teksturointi, riggaus, shaderien määrittäminen, valaistus, animointi, renderöinti ja jälkituotanto, eli editointi ja kompositointi (Slick 2015a). Tämän opinnäytetyön aiheen kannalta oleelliset vaiheet ovat shaderien määrittäminen, renderöinti ja kompositointi.

4.1 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa tärkeintä on miettiä, millä tekniikalla lähdetään elokuvaa tekemään. Jos aiotaan yhdistää piirros- ja tietokoneanimaatiota, täytyy päättää, mitä animoidaan piirtäen ja mitä tietokoneella. Lisäksi luodaan kuvakäsikirjoitukset ja dope sheetit, joiden pohjalta animaattorit työskentelevät. (White 2006, 2.)

Ennen animointia on hyvä suunnitella myös, miten eri animaatiot yhdistetään toisiinsa. Jos jossain kohtauksessa tietokoneanimoitu objekti ja käsin animoitu objekti ovat kosketuksissa toisiinsa, täytyy miettiä, kumpi ohjaa liikettä ja kumpi kannattaa siis animoida ensin. Jos 3D-animaatio tehdään ensin ja piirrosanimaatio aiotaan tehdä paperille, täytyy 3D-animaatio tulostaa ja liittää animaatiosivuille, minkä jälkeen animaatio skannataan ja kompositoidaan tietokoneella. Tämä tekniikka aiheuttaa nopeasti vaikeuksia, sillä tulosteet eivät olet täysin tarkkoja. Nykyään kuitenkin on mahdollista piirtää animaatio tietokoneella, mikä helpottaa tätä työvaihetta. Jos piirrosanimaatio tehdään ensin, säästytään tulostuksesta aiheutuvilta tarkkuusongelmilta. (O'Hailey 2010, 52 – 53, 91.)

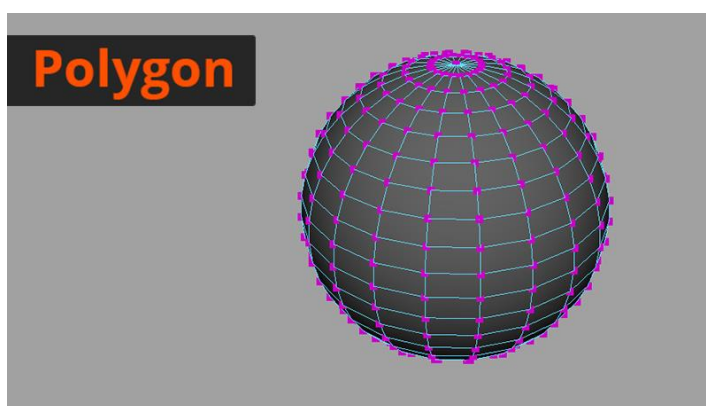
Jos 3D-animaatio tehdään ensin, voidaan käyttää yksinkertaista niin sanottua stand-in-kappaletta, jolla hahmotellaan tulevan piiretyn kappaleen sijainti ja kontakti 3D-animoidun kappaleen kanssa. Kun 3D-animaatio on valmis, piirretään haluttu kappale stand-in-kappaleen päälle. Jos taas piirrosanimaatio tehdään ensin, voidaan piirretyt kuvat viedä 3D-ohjelmaan ja käyttää niitä 3D-animaation taustana. Molemmissa työvaiheissa on tärke-

ää, että viivatyö on molemmissa kappaleissa samanlainen, jotta kappaleiden välille syntyy uskottava kontakti. (O’Hailey 2010, 53, 95, 103)

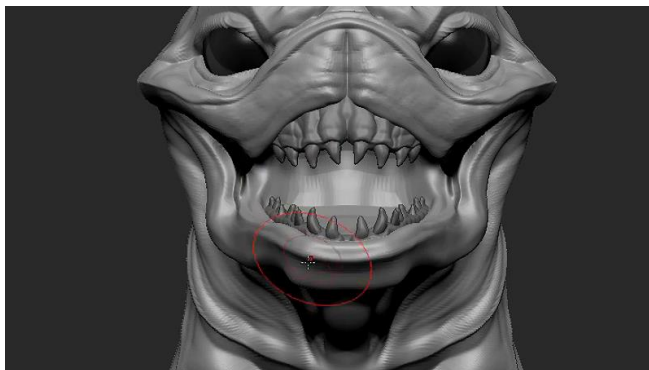
4.2 3D-mallinnus, teksturointi ja riggaus

3D-malli on matemaattinen representaatio mistä tahansa kolmiulotteisesta kappaleesta (todellinen tai kuviteltu) 3D-ohjelmistoympäristössä (Slick 2015b).

3D-mallinnus tarkoittaa sitä, että luodaan digitaalisesti kolmiulotteinen kappale. Elokuvateollisuudessa yleisimmin käytetty 3D-mallien tyyppi on polygonimalli. (Slick 2015b.) Yleisimmät mallinnustavat ovat polygonimallinnus ja skulptaus. Polygonimallinnuksessa liikutellaan mallin verteksejä, sivuja tai pintoja (kuva 10). Skulptaus sen sijaan muistuttaa saven muovausta, ja sulptaamalla pystytään käsittelemään suuria määriä polygoneja helpommin (kuva 11). (Slick 2015a.) Polygonimallinnus soveltuu paremmin mekaanisiin malleihin ja skulptaus orgaanisiin malleihin.



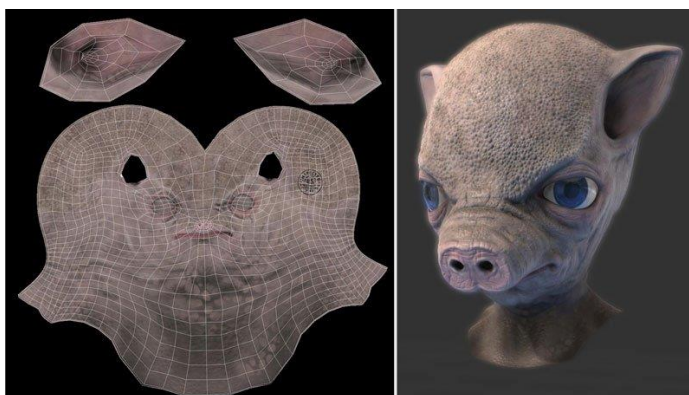
KUVA 10. Kuvassa näkyy polygonimallin verteksit (violetit pisteet), sivut (siniset viivat) ja pinnat, jotka muodustuvat verteksin ja sivujen väliin (Digital-Tutors 2013)



KUVA 11. Kuvassa on skulptaamalla tehty malli (Digital-Tutors 2013)

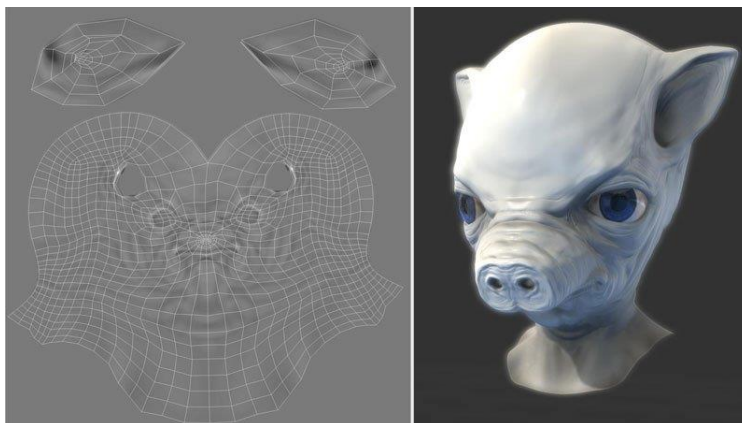
3D-malli ei itsessään näytä mitään, ennen kuin siihen laitetaan tekstuurit. Tekstuurit ovat kaksikulotteisia kuvia, jotka liitetään 3D-mallin pinnalle. Kuvat voivat olla vaan yksivärisiä tai hyvin tarkkoja ja monimutkaisia. (Slick 2015b.) Tekstuurien avulla määritellään, miltä 3D-mallin pinta näyttää, ja niillä saadaan aikaan eri materiaalien tuntu. Tekstuureja varten täytyy määrittää, miten tekstuurit asettuvat 3D-mallin pinnalle. (Russell 2014.) Tekstuureja voi tehdä kuvankäsittelyohjelmilla. Joissain 3D-mallinnusohjelmissa on mahdollisuus maalata 3D-malleja, mutta sitä varten on myös omia ohjelmia.

Tekstuurimappeja on erilaisia, ja jokainen niistä käyttäytyy eri tavalla. Color mapilla, tunnetaan myös nimellä diffuse map, määritellään nimensä mukaisesti 3D-mallin värit (kuva 12). Color mapissa ei esitetä valoja tai varjoja. (Russell 2014.)



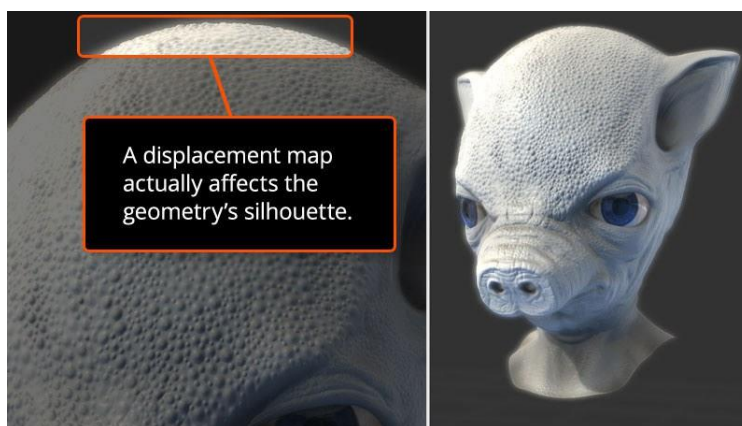
KUVA 12. Esimerkki color mapista vasemmalla ja oikealla on, miltä se näyttää 3D-mallin päällä (Russell 2014)

Bump map on harmaasävyinen kuva, jolla luodaan illuusio pinnan muodoista (kuva 13). Bump map ei siis muuta 3D-mallin pintaa fyysisesti. Tummillla sävyillä 3D-mallin pintaan saadaan aikaan syvennyksiä ja vaaleilla sävyillä kohoumia. Mallin siluetti ei kuitenkin muutu.



KUVA 13. Esimerkki bump mapista ja sen vaikutuksesta (Russell 2014)

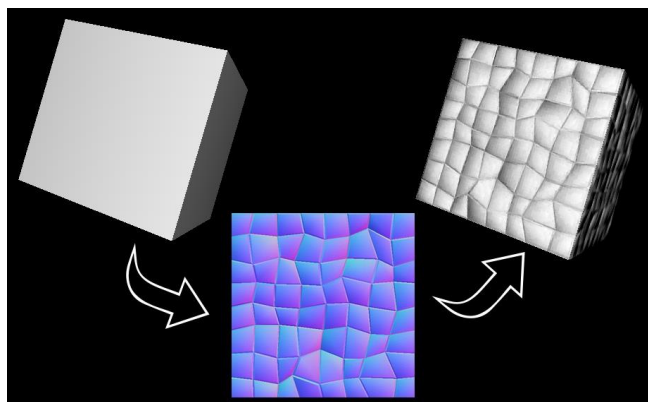
Displacement map muistuttaa bump mapia, mutta displacement map luo oikeasti muutoksia 3D-mallin pintaan (kuva 14). Displacement mapilla saadaan yksinkertaiseen geometriaan lisää tarkkuutta nostamatta polygonien määrää. (Russell 2014.)



KUVA 14. Esimerkki displacement mapista (Russell 2014.)

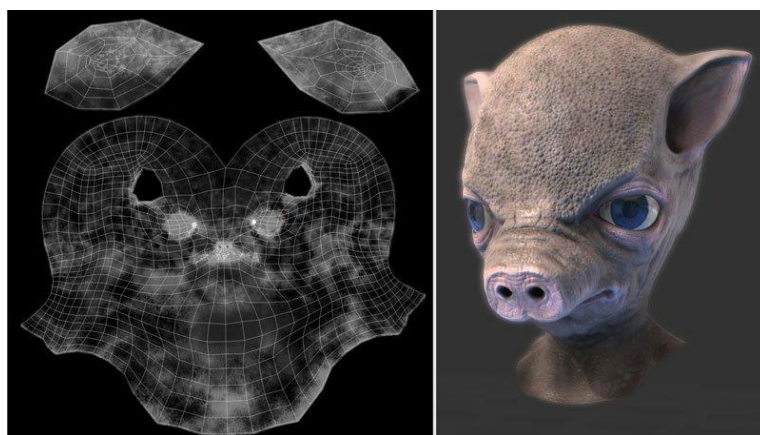
Normal mapia käytetään samaan tarkoitukseen kuin kahta edellistäkin mapia, mutta harmaasävyisen kuvan sijaan se on värillinen (kuva 15). Eri väreillä esitetään, mihin suuntaan 3D-mallin pinnat osoittavat. Normal ma-

pin avulla voidaan pystytään esimerkiksi huijaamaan 3D-mallin pinnan korkeuksia ja valon aiheuttamia varjoja. (Russell 2014.)



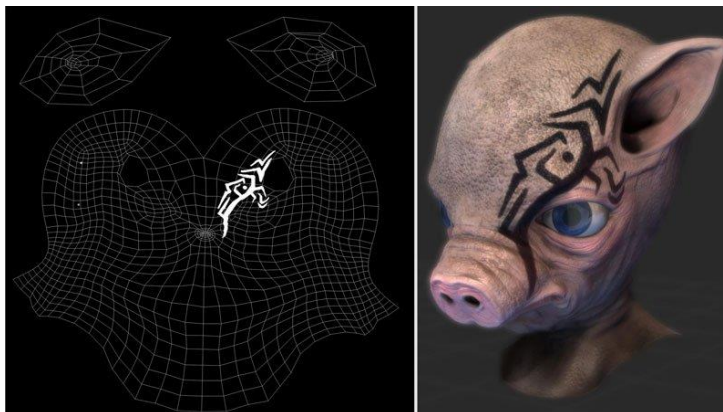
KUVA 15. Esimerkki siitä, miten normal mapilla tehdään yksinkertaisen kappaleen pinnasta yksityiskohtaisempi (Oblivion Walker 2015)

Specular map on jälleen harmaasävyinen kuva, ja sillä määritellään, kuinka paljon 3D-mallin eri osat heijastavat valoa (kuva 16). Tummmalla sävyllä väritetyt alueet heijastavat valoa huonommin ja vaaleammalla sävyllä korostetaan heijastavuutta. (Russell 2014.)



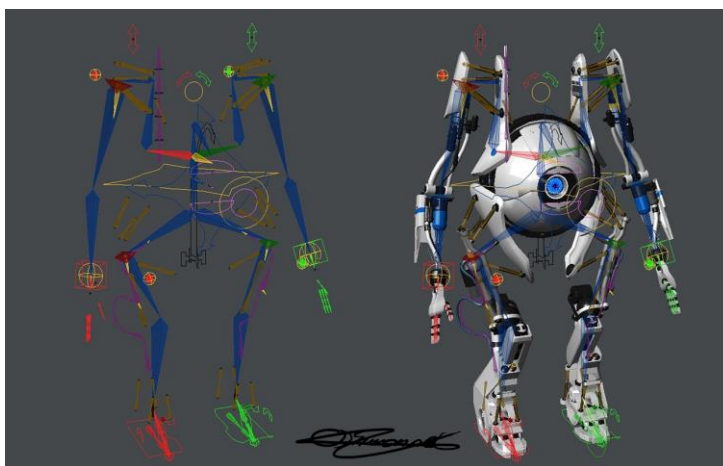
KUVA 16. Esimerkki specular mapista (Russell 2014)

Mask mapi on mustavalkoinen kuva, ja sen avulla voidaan yhdistellä eri tekstuurimappeja (kuva 17). Mustalla ja valkoisella värillä määritellään, mikä osa yhdestä mapista näkyy ja minkä osan läpi näkyvät muut mapit. (Russell 2014.)



KUVA 17. Esimerkki mask mapin käytöstä (Russell 2014)

3D-mallia sellaisenaan on melko vaikea animoida, ellei ole kyse vain kokonaisen mallin liikuttelusta. Jotta 3D-malleja voidaan animoida rikkomatta niiden muotoa, luodaan niille luista ja nivelistä muodostuva virtuaalinen luuranko (kuva 18). Tätä työvaihetta kutsutaan riggaukseksi. 3D-mallin rigille ja sen eri osille voidaan asettaa eri sääntöjä, jolloin eri osat liikkuvat tietyllä tavalla suhteessa toisiinsa. (Hasson 2015.) Esimerkiksi, jos hahmon rannetta liikutetaan johonkin suuntaan, käsivarsi liikkuu mukana ja kyynärpää taipuu tarvittaessa.



KUVA 18. Esimerkki 3D-mallin rigistä (Stone 2015)

4.3 Shaderit ja Cel/Toon shading

Shadereita käytetään määrittämään, miten valo käyttäytyy 3D-mallin pinnalla. Shaderien vaikutukset lasketaan vasta renderöinnissä. (Rodriguez

2007, 41.) Shaderit muodostuvat eri algoritmeista ja komennoista, joita säätämällä saadaan haluttu lopputulos (kuva 19). Shadereitä pystyy tekemään itse, mutta monista ohjelmista sellaisia löytyy käyttövalmiina.

```

1 #version 410
2
3 layout (std140) uniform Matrices {
4     mat4 projModelViewMatrix;
5     mat3 normalMatrix;
6 };
7
8 in vec3 position;
9 in vec3 normal;
10 in vec2 texCoord;
11
12 out VertexData {
13     vec2 texCoord;
14     vec3 normal;
15 } VertexOut;
16
17 void main()
18 {
19     VertexOut.texCoord = texCoord;
20     VertexOut.normal = normalize(normalMatrix * normal);
21     gl_Position = projModelViewMatrix * vec4(position, 1.0);
22 }

```

KUVA 19. Esimerkki shaderin koodista (Lighthouse3d.com 2015)

Cel shading ja toon shading ovat nimityksiä sille, että 3D-mallista tehdään piirretyn näköinen, ja se on yksi epärealistisen renderöinnin tekniikoista (kuva 20). Cel shading -nimitys juontuu sanasta cel (lyhennetty englannin kielen sanasta celluloid), joka tarkoittaa perinteisessä animaatiossa käytettyjä kalvoja. Toon shading juontuu sanasta cartoon (suomeksi piirretty elokuva tai sarjakuva). Cel shadingin avulla 3D-mallille luodaan litteä väritys ja reunaviivat. (Wikimedia Foundation Inc 2015)



KUVA 20. Vasemmalla on 3D-malli normaalilla shaderilla ja oikealla cel shadingillä (Lennox 2015)

Tekniikoita on monia (Whitaker 2015). Litteiden värien aikaansaamiseksi riittää usein pelkkä mallinnusohjelman materiaalien asetuksien säätäminen (CienelDotNet 2011). Lisäksi on olemassa liitännäisiä, jotka tuottavat cel shadingia. Shadereita voi myös muokata tai, kuten jo mainittiin, tehdä kokonaan itse. Nykyään joissain 3D-mallinnusohjelmissa on valmiiksi oma cel shadingia tuottavat shaderit (CienelDotNet 2011). Reunaviivat voidaan luoda renderöimällä back faceja tai sitten käyttämällä reunantunnistusta shaderissa (Whitaker 2015). Jotta 3D-mallit näyttävät renderöinnin jälkeen siltä, mitä tavoiteltiin, täytyy muistaa säätää myös renderöijän asetuksia.

4.4 Animointi

Toisessa luvussa käytiin jo läpi eri animointitekniikoita, eikä niihin tarvitse enää palata. Tässä luvussa sen sijaan käsitellään asioita, jotka on hyvä huomioida 3D-animointivaiheessa. Kun yhdistetään 3D-animaatiota piirrosanimaatioon, täytyy eniten kiinnittää huomiota ajoitukseen, koska piirrosanimaatiossa ajoitus määritellään eri tavalla kuin tietokoneanimaatiossa. Piirrosanimaatiossa hyvin usein kuvataajuus puolitetaan, eli jos esimerkiksi kuvataan 24 kuvaa sekunnissa, animaatiota varten piirretään vain 12 kuvaa, jotka kestävät sitten kahden framen ajan. Animaatiota voidaan piirtää myös käyttäen koko kuvataajuus tai jakamalla se kolmeen tai neljään. (White 2006, 215.) Tietokoneanimaatiossa tällaista menettelytapaa ei yleensä käytetä, joten tietokone- ja piirrosanimaatiota yhdistäessä täytyy tämä muistaa.

Tietokoneanimoinnissa on hyvä muistaa myös se, että vaikka tietokone pystyykin tekemään osan animoinnista, tietokone on vain yksi työkalu muiden joukossa (Wells 2006, 125). Miellyttävän lopputuloksen aikaansaamiseksi täytyy animaattorin muokata jokaista erillistä kuvaa edes hieman. Muuten animaatiosta tulee helposti liian lineaarista ja tylsää.

4.5 Renderöinti

Renderöinti on prosessi, jossa tietokoneella luodaan kuvia 3D-mallinnuksista. 3D-animaation, tai yksittäisten kuvien, lopullinen ulkoasu nähdään vasta renderöinnin jälkeen, koska renderöidessä asetetaan 3D-malleille valaistus, varjot, tekstuurit, bump mapit ja suhteelliset etäisyydet kappaleiden välille. (Rodriguez 2007, 41 – 42.) Shaderit vaikuttavat merkittävästi siihen, miten 3D-mallit renderöidään.

Riippuen siitä, kuinka tarkkoja kuvia halutaan tuottaa, renderöinti-prosessi voi kestää hyvinkin pitkään (Rodriguez 2007, 41 – 42). Esimerkiksi Disneyn elokuvassa *Frozen* Elsan jääpalatsissa yhden kuvan renderöintiin meni noin 30 tuntia 4000 tietokoneella (Zahed 2013). Toisaalta omaa projektia tehdessä cel shadingin renderöimiseen ei mennyt kauan. Lisäksi esimerkiksi peleissä käytetään reaaliaikaista renderöintiä (Parent 2007, 446).

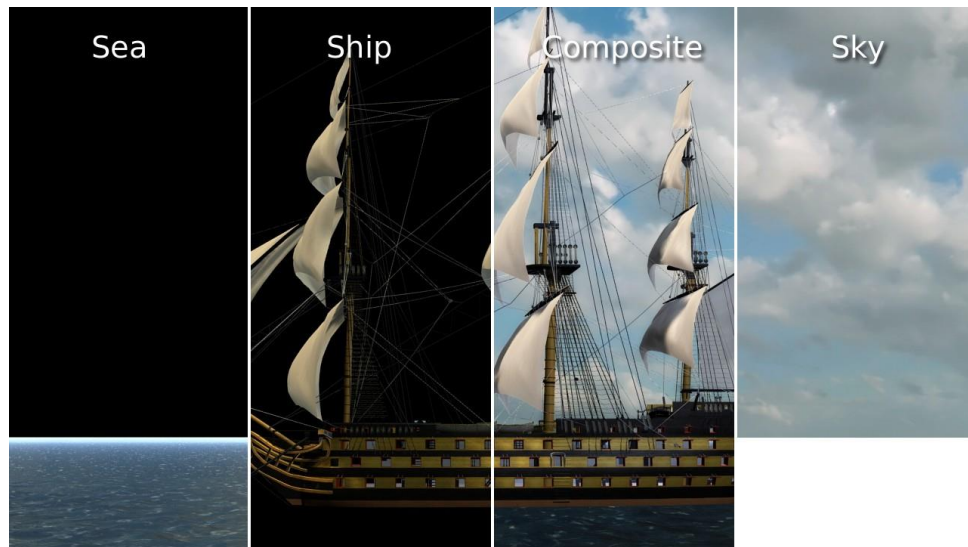
Renderöintitekniikoita on monia ja yleensä niillä tavoitellaan fotorealismia (Rodriguez 2007, 43). Kuitenkin esimerkiksi peleissä ja animaatioelokuvis- sa haetaan välillä epärealistista ulkoasua, mitä varten löytyy omat tekniik- kansa. Lisäksi teknisessä ja lääketieteellisessä kuvituksessa haetaan välil- lä tyyliä ulkoasua realismin sijaan. (Ward 2014.) Tämän työn aiheen kannalta kuitenkin oleellisinta on 3D-mallien renderöinti piirretyn näköisek- si, jota käsiteltiin jo kohdassa shaderit.

Monissa 3D-mallinnusohjelmissa on renderöintiohjelma tai useampi si- säänrakennettuna. Renderöintisovelluksia löytyy myös erillisinä ohjelmina. Renderöitäessä voi valita, renderöidäänkö kaikki kuvan osat kerralla vai erikseen ja yhdistetään sen jälkeen yhdeksi kuvaksi (Parent 2007, 448).

4.6 Kompositointi

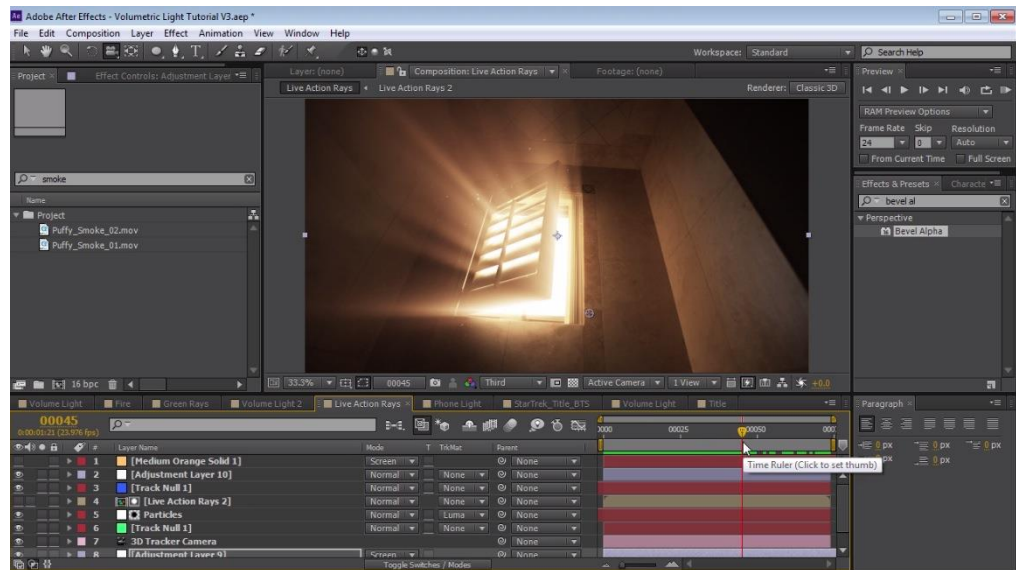
Kompositointi tarkoittaa sitä, että yhdistetään eri kuvia ja elementtejä yh- deksi kuvaksi. Kuvassa 21 näkyy, miten 3D-mallinnettuun laivaan on lisät- ty taustaksi kuvat merestä ja taivaasta. Composite-kohta on lopullinen ku-

va ja muissa kohdissa näkyy yksittäiset elementit. Yhdistettävät elementit voivat olla samasta tai eri lähteistä. Kompositoinnin tärkein tavoite on saada eri lähteiden elementit näyttämään siltä, että ne kuuluvat samaan kuvaan. (Lanier 2010, 2.) Kompositoinnin hyöty on siinä, että jokaiset elementit voidaan tehdä erikseen ja niitä voi muokata sotkematta muita elementtejä. (Parent 2007, 446.) Tämä on se työvaihe, jossa piirretty animaatio ja 3D-animaatio yhdistetään lopulliseen muotoon.

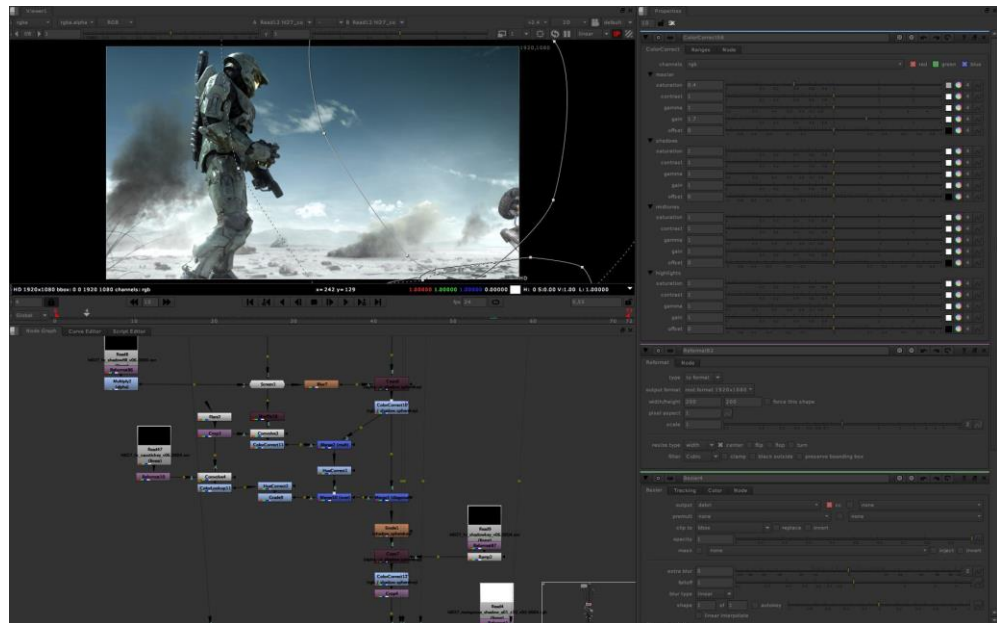


KUVA 21. Esimerkki kompositoinnista (Simonds 2009)

Kompositointi perustuu kahteen eri tekniikkaan: tasot ja nodet. Tasoihin perustuvassa kompositoinnissa kuvat ja kuvasarjat ovat päällekkäin omina tasoinaan aikajanalla ja jokaisella tasolla on omat muokkausasetukset (kuva 22). Nodeihin perustuvassa kompositoinnissa sen sijaan kuvat ja kuvasarjat sekä efektit esitetään nodeina, joita yhdistellään toisiinsa (kuva 23). (Lanier 2010, 7.)



KUVA 22. Tasoihin perustuva After Effects (Kramer 2015)



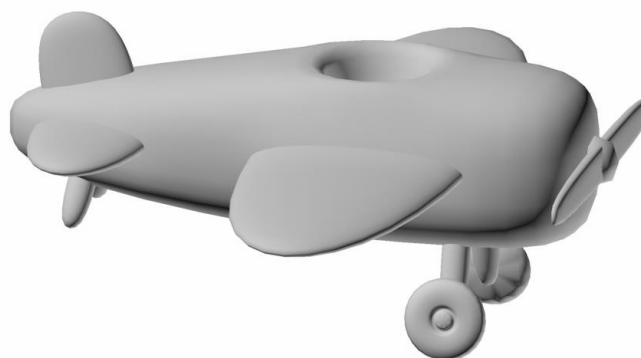
KUVA 23. Nodeihin perustuva ohjelma Nuke (Alternativeto 2015)

Kompositoinnissa täytyy ottaa monta asiaa huomioon: kuvataajuus, resoluutio, kuvaformaatti, värimaailma ja kontrasti. Videoiden muokkaamisessa tärkeimpiä työkaluja ovat liikkuttaminen, pyörittäminen, skaalaus, filtrit, maskaus ja motion tracking. Ensimmäiset työkalut ovat melko itsestäänselviä. Maskauksella luodaan niin kutsuttu matte, joka muuttaa osan kuvasta läpinäkyväksi. Motion tracking on tekniikka, jolla näitä matteja liikuttellaan videon mukana. (Lanier 2010, 8, 41, 52 – 53, 108, 144, 195.)

Kompositointi kannattaa ottaa huomioon jo ennen renderöintiä. Eri osat voidaan renderöidä erikseen ja yhdistää sitten kokonaisuudeksi jälkeempään. Tällä tavoin, jos jotain osiota täytyy muokata, tarvitsee renderöidä enää vain se muokattu osio, ja siten säästetään aikaa. (Parent 2007, 448.) Eri osat voidaan vielä jakaa omiin elementteihin. Esimerkiksi taustakuva voi muodostua gradienttikuvasta, jonka päällä on pilviä, taustaan kuuluvat objektit, kuten rakennukset, ovat omina elementteinään ja hahmot ovat myös erillisiä elementtejä. Lisäksi eri elementit voidaan renderöidä useampaan kertaan ja yhdistää yhdeksi kuvaksi, jolloin niihin saadaan aikaan dynaamisempi valaistus. (Lanier 2010, 2 – 3.)

5 CASE: LYHYT ANIMAATIO

Opinnäytetyön projektiksi päätettiin tehdä lyhyt animaatio, jossa yhdistetään 3D- ja piirrosanimaatiota. Aluksi oli tarkoitus käyttää Raute Oyj:n Patchman-nimistä maskottia, mutta tarvittavia tiedostoja ei saatu ajoissa käytettäväksi. Sen jälkeen oli tarkoitus etsiä valmis 3D-mallinnettu auto, jonka kyytiin piirrettäisiin hahmo, mutta sopivaa mallia ei pitkän etsinnän jälkeen löytynyt. Lopulta päädyttiin mallintamaan itse hyvin yksinkertainen lentokone, koska sen pystyi toteuttamaan nopeasti (kuva 24). Lisäksi lentokoneen taustaksi riittää sininen taivas, kun taas auton kanssa olisi jouduttu tekemään maastoa, joka olisi mahdollisesti ollut monimutkaisempi.



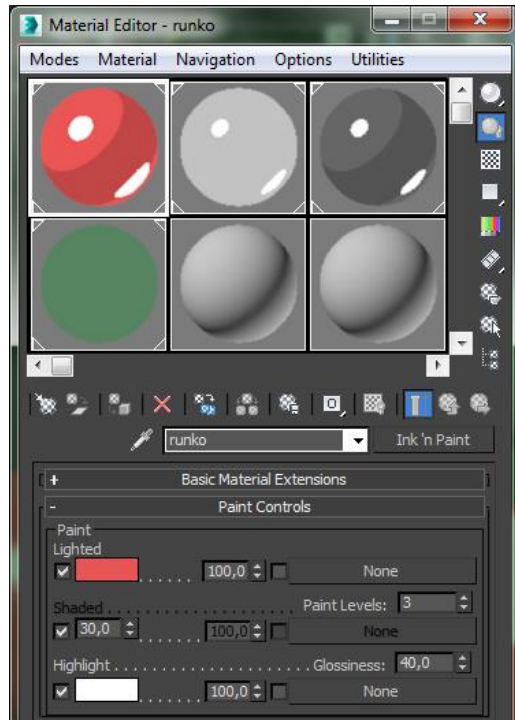
KUVA 24. Lentokone normaalilla shaderilla

Mallinnukseen ja animointiin käytettiin Autodeskin 3Ds Maxia, piirrosanimaatiota varten käytettiin Adoben Photoshopia ja kompositoinnissa käytettiin Adoben After Effectsiä. 3D-animaatio renderöitiin 3Ds Maxin mukana olevalla Nvidian Mental Raylla.

5.1 Mallinnus ja 3D-animointi

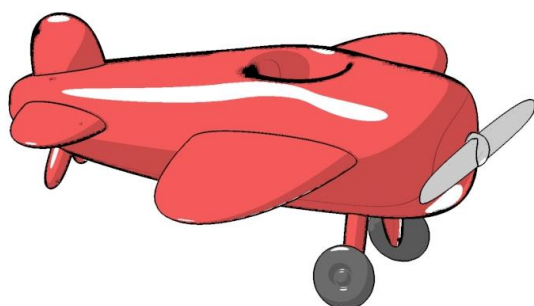
Työ siis aloitettiin mallinnuksella. Mallinnus tapahtui polygonimallinnuksena aloittaen laatikoista, joita pehmennettiin Turbosmooth-komennolla. Renkaissa käytettiin sylinteeritä, mutta muuten tekniikka oli sama. Kun 3D-malli oli valmis, täytyi siihen lisätä värit ja saada siitä piirretyn näköinen. Värikyseen käytettiin 3Ds Maxin Ink 'n Paint -nimistä materiaalia, joka on tarkoitettu piirrosmaisien ulkoasun luomiseen (kuva 25). Ink 'n Paintilla

päätetään 3D-mallin pohjaväri ja se, kuinka tummat varjotukset halutaan. Värikyseen käytettävien sävyjen määrää voidaan säätää kohdasta Paint Levels. Projektia varten päädyttiin käyttämään rungossa ja renkaissa kolmea sävyä, eli kahta varjostussävyä pohjaväriin lisäksi, ja propellissa sekä stand-in-hahmossa vain kahta sävyä. Lisäksi lentokoneeseen laitettiin valkoinen korostus.

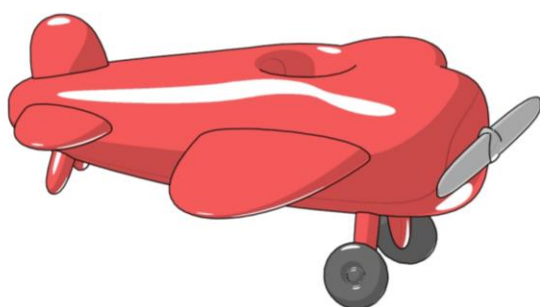


KUVA 25. Ink 'n Paintin asetuksia

Reunaviivat päätettiin piirtää Mental Rayn Contour-shaderilla. Ink 'n Paintilla on mahdollista piirtää reunaviivat, mutta testatessa viivoista tuli hyvin epätasaiset ja sotkuiset (kuva 26). Contour-shaderilla piirretyt viivat olivat huomattavasti tasaisemmat ja siistimmät. Lopputulos näkyy kuvasta 27.



KUVA 26. Lentokone pelkällä Ink 'n Paintilla

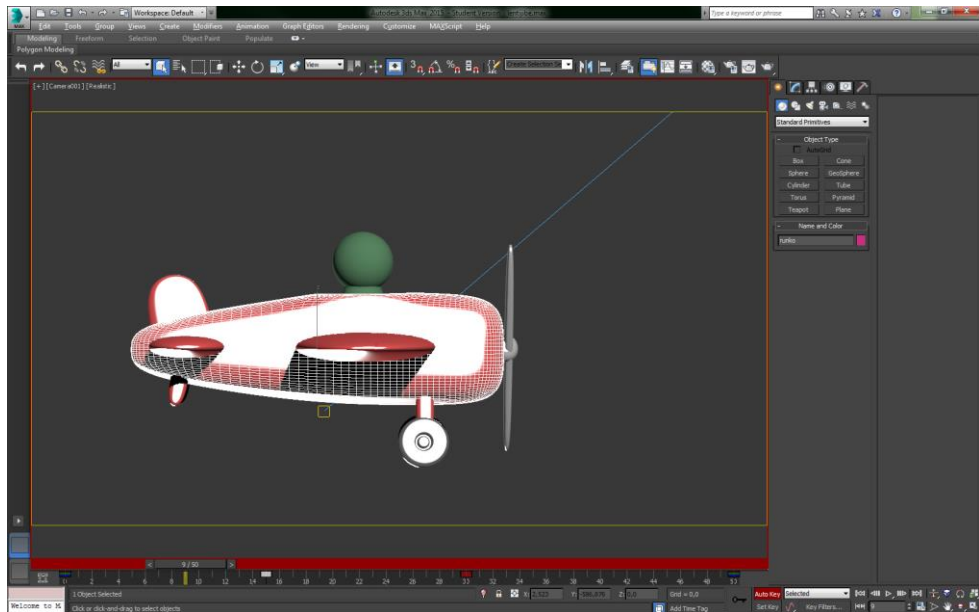


KUVA 27. Lentokone Ink 'n Paintilla ja Contour-shaderin reunaviivoilla

Seuraavaksi oli vuorossa lentokoneen animointi. Projektia varten ei ollut tarpeen tehdä kovin monimutkaista animaatiota, joten tyydyttiin tekemään pientä ylösalaista liikettä ja laittaa propelli pyörimään. Kuvataajuudeksi valittiin 25 kuvaa sekunnissa, koska se on Euroopassa standardina. Jotta lentokonetta pystyttiin helposti liikuttelemaan, linkitettiin lentokoneen osat runkoon, jolloin muut kappaleet liikkuvat rungon mukana. Ennen animaatiota laitettiin vielä kamera paikoilleen. Kameralle valittiin 200 mm:n linssi, jotta lentokoneeseen tulisi mahdollisimman vähän linssistä aiheutuvaa vääristymää.

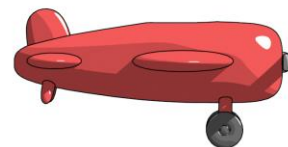
Animaatio tehtiin key frame -animaationa. Ensimmäiseksi animoitiin lentokoneen propelli pyörimään muuttamalla sen rotaatioarvoa kahden key framen välillä. Tätä muutosta sitten toistettiin loputtomasti animaation ajan. Tämän jälkeen luotiin muu liike lentokoneelle muokkaamalla vain sen sijaintia muuttamalla key framella. Kuva 28 on tästä työvaiheesta. Kun animaatio oli valmis, mietittiin, millaista valaistusta käytettäisiin. Päädyttiin

käyttämään yhtä kohdistettua standardivaloa, jolla saatiin aikaan miellyttävä varjostus. Valoja testatessa huomattiin, että lentokoneesta tulee valojen kanssa renderöidessä liian tumma ja harmaa. Lähdettiin selvittämään, mistä tämä johtuu. Ongelma korjattiin muokkaamalla renderöinnin Exposure Control -asetuksia.



KUVA 28. Animointia 3Ds Maxissa

Kun animaatio ja valaistus oli saatu kohdilleen, lisättiin kohtaukseen vielä stand-in-kappale piirroshahmolle. Sekin linkitettiin lentokoneen runkoon, jolloin se saatiin automaattisesti liikkumaan lentokoneen mukana. Stand-inin avulla tarkistettiin, pitäisikö piirroshahmosta syntyä varjo lentokoneeseen. Lisäksi päätettiin käyttää stand-in-kappaletta referenssinä piirrosanimaatiolle. Tämän jälkeen renderöitiin lentokone ja stand-in omille kuvasarjoilleen läpinäkyvinä png-kuvina (kuva 19).



KUVA 29. Stand-in ja lentokone erillisinä kuvina

5.2 Piirrosanimaation tekeminen

3D-osuuden jälkeen siirryttiin Photohopin puolelle piirtämään piirrosanimaatiota. Stand-in-kappaleen kuvat tuotiin Photoshopiin ja niiden päälle piirrettiin hahmo. Yhtä lentokonekuvaa käytettiin aluksi mallina, jotta nähtäisiin, kuinka paljon piirroshahmosta näkyy, eli kuinka pitkälle sitä tarvitsee piirtää. Ensiksi kokeiltiin brush-työkalulla piirtämistä, mutta viivasta tuli liian pehmeä ja epämääräinen, joten päätettiin hyödyntää Photoshopin vektorikuvia, joilla saatiin nätimmät ja sileämmät viivat (kuva 20). Jokainen yksittäinen muoto, esimerkiksi kypärä, aloitettiin ympyrällä, johon lisättiin vektoripisteitä ja muokattiin niiden sijaintia. Näin saatiin aikaan tasaiset ja nätit viivat, jotka sopivat yhteen lentokoneen viivojen kanssa.



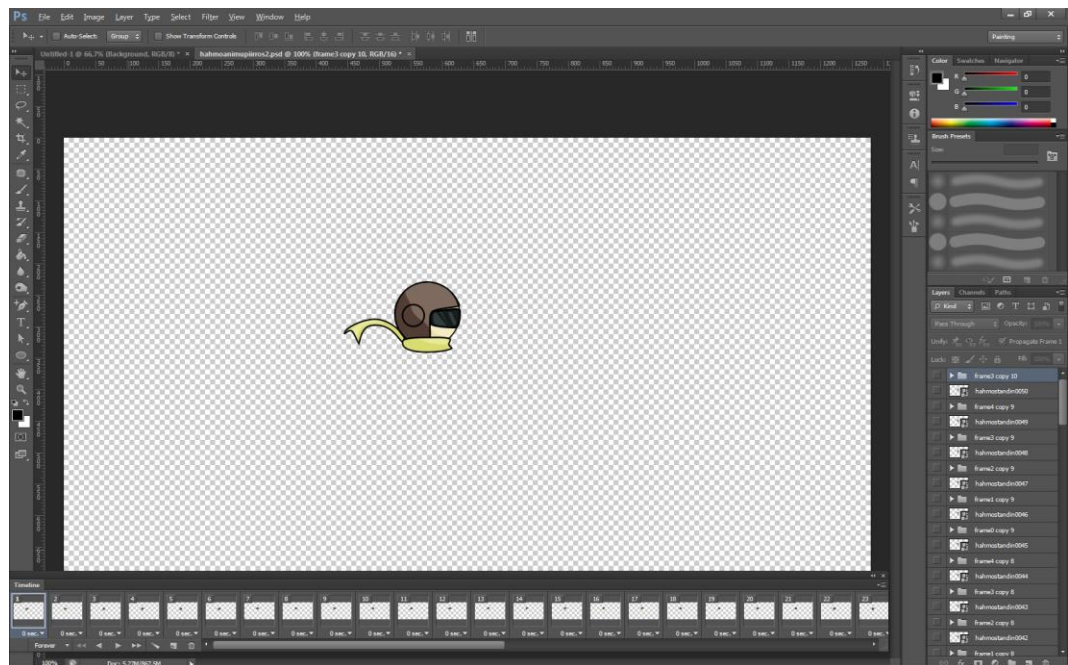
KUVA 30. Vasemmalla on vektorien avulla piirretyt viivat ja oikealla brush-työkalulla käsinpiirretyt viivat

Kun ensimmäisen kuvan rajaukset olivat valmiit, kopioitiin kuvaa ja muokattiin huivin asentoa liikuttelemalla vektoreiden pisteitä. Päädyttiin tekemään viiden framen luuppi, jossa huivi liehuu. Tämän jälkeen viivat siistitettiin, eli kumitettiin pois päällekin menevät viivat, ja lisättiin värit. Värytyksessä hyödynnettiin Photoshopin layereita, eli rajaus oli omalla tasolla, pohjaväri omalla ja varjostukset vielä omalla tasolla. Varjostuksessa käytettiin hyväksi Photoshopin multiply-tasoa, ja otettiin mallia stand-in-kappaleesta, jotta valonlähde näyttäisi olevan samassa paikkaa kuin lentokoneessa (kuva 31). Tämän jälkeen kuvia kopioitiin jokaista framea varten ja aseteltiin oikeisiin kohtiin. Lopuksi framet tallennettiin läpinäkyviksi

kuviksi. Lisäksi piirrettiin kolme kuvaa taustan pilviä varten. Kuvasta 32 näkyy työskentely Photoshopin parissa.



KUVA 31. Stand-in-kappale varjostuksen mallina



KUVA 32. Photoshop aikajanoineen ja layereineen näkyvissä

5.3 Kompositointi

Kun animaatiot olivat valmiina, tuotiin ne After Effectsiin. Kuvasarjat ja kuvat laitettiin omille tasoilleen aikajanelle. Lisäksi After Effectsissä luotiin sininen tausta videolle. Piirrohahmon ja 3D-mallin välisessä kontaktissa pystyttiin huijaamaan sen verran, että lentokone laitettiin ylimmälle tasolle ja piirrohahmo sen alle. Tällä tavalla piirrohahmo näyttää istuvan lentokoneen kyydissä. Pilville luotiin After Effectsissä liike oikealta vasemmalle,

jotta saataisiin vaikutelma siitä, että lentokone lentää eteenpäin. Kuva 33 on tästä työvaiheesta. Tässä vaiheessa huomattiin, että piirroshahmo ei liikukaan sulavasti lentokoneen mukana, joten palattiin Photoshopiin korjaamaan sitä. Ensimmäin yritettiin liikuttaa kuvaa oikealle kohdalle, mutta se ei tuottanut hyvää lopputulosta. Lopulta päätettiin käyttää vain viittä framea, joita toistettiin tarpeeksi monta kertaa peräkkäin, ja näin saatua kuvasarjaa liikutettiin lentokoneen mukana After Effectsissä.



KUVA 33. Projekti After Effectsissä

Viimeinen vaihe oli tietenkin videon lopullinen renderöinti ulos After Effectsistä. Video tallennettiin H.264-formaatissa. Lopullinen video on vain kaksi sekuntia pitkä, mutta siitä tehtiin sellainen, että sitä voi luopata loputtomasti.

5.4 Lopputulos ja projektin arviointi

Ongelmia esiintyi heti projektin suunnitteluvaiheessa, koska oltiin epävarmoja siitä, millaista animaatiota lähdetään työstämään. Aluksi oli tarkoitus vain animoida Raute Oyj:n Patchman-hahmo ja tehdä siitä piirretyn näköinen. Kun tämä ei onnistunut, täytyi miettiä muita vaihtoehtoja. Projektin tavoitteeksi muodosti 3D-animoidun lentokoneen ja piirrosanimoidun hah-

mon yhdistäminen. Päädyttiin käyttämään itse mallinnettua lentokonetta ja piirroshahmoa. Lopullisessa videossa eroa näiden kahden välillä ei huomaa. Tässä vaiheessa tosin huomattiin piirroshahmon viivojen olevan paksummat kuin lentokoneen viivat, mikä ei kuitenkaan yhteensopivuutta haittaa liikaa, mutta se olisi kannattanut tarkistaa vielä ennen lopullista kokoonpanoa.

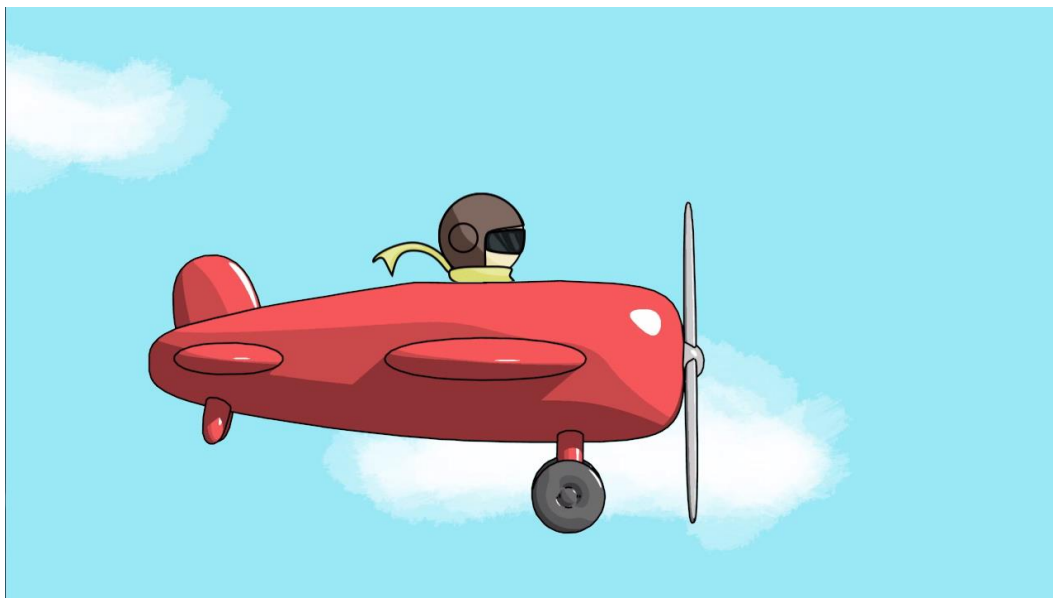
Käsinpiirretyissä hahmossa ja taustan pilvissä hyödynnettiin tietokoneanimaatiota niiden liikkeessä, mikä osaltaan helpotti 3D- ja 2D-elementtien yhteensopivuutta. Jos ne olisi täysin käsin animoitu, olisi niiden liike todennäköisesti ollut vähemmän sulavaa. Mikäli hahmon ja lentokoneen liitoskohtaa tuijotetaan tarkkaan, huomataan pientä eroa hahmon ja lentokoneen liikkeessä, mikä todennäköisesti johtuu siitä, että lentokoneen reunaviiva elää enemmän kuin hahmon viivat. Kokonaisuutta tarkasteltaessa tätä eroa ei huomaa.

Projektin aikaa vievin osuus oli 3D-mallin hankkiminen ja sen saaminen näyttämään piirretyltä. Mallit, joita kokeiltiin, eivät testirenderöintien jälkeen näyttäneet miellyttäviltä, joten todettiin oman mallin tekemisen olevan yksinkertaisin ratkaisu. Reunaviivojen renderöinnissä tuli vastaan seuraavat ongelmat, sillä niitäkään ei meinattu saada näyttämään tyydyttäviltä. Aluksi testattiin Ink 'n Paintin reunaviivojen piirtoa eri asetuksilla. Sitten pohdittiin, miksei Contour-shaderia saatu toimimaan. Ongelmaksi osoittautui Mental Rayn sampling mode, joka oletusasetuksella Unified / Raytraced ei ajanut Contour-shaderia. Sampling mode muutettiin Rasterizer / Scanline, minkä jälkeen saatiin shader toimimaan.

Piirrosvaiheessa ongelmia tuotti aluksi rumat viivat. Tämä ongelma ratkaistiin hyödyntämällä vektoreita. Jälkeenpäin asiaa pohtiessa voitaisiin todeta, että vektorien käyttäminen ei vastaa perinteistä piistämistä ollenkaan, ja se oli työn kannalta ehkä väärä päätös. Toinen ongelma oli ylösalainen liike, jota yritettiin luoda frame framelta, mikä ei lopulta toiminutkaan, joten se päätettiin tehdä After Effectsissä, mikä jälleen ei vastaa perinteistä animaatiota.

Kompositoinnissa itsessään ei ollut mitään ongelmia. Ainoa vika oli piirroshahmon epätasainen liike, joka korjattiin tekemällä se After Effectsin animaatiotyökalulla. Samalla tekniikalla tehtiin myös pilvien liike. Rendööri meni After Effectsissä olevilla valmiilla asetuksilla helposti.

Jos tätä animaatiota olisi alettu tehdä kokonaan käsin, olisi ehkä ollut vaikeaa saada lentokoneen propelli pyörimään oikein. Lisäksi varjojen laskeutumista varsinkin propellin kohdalla olisi jouduttu pohtimaan ja testailemaan. Kuten todettua, kaikkea piirrosanimaatiota ei edes tehty käsin, mikä kertoo siitä, miten hankalaa on yhdistää piirrosanimaatio ja 3D-animaatio hyväksi kokonaisuudeksi. Muuten lopputulokseen ollaan ihan tyytyväisiä. Alla on vielä kuva (kuva 34) lopullisesta animaatiosta.



KUVA 34. Yksi frame lopullisesta animaatiosta

6 YHTEENVETO

3D-animaation yhdistämisestä piirrosanimaatioon on tulossa koko ajan suositumpaa. Monissa tämän vuosituhanen piirrosanimaatioissa käytetään 3D-animaatiota, ja parhaimmissa tapauksissa katsoja ei sitä edes huomaa. Tietokoneella voidaan monet elementit animoida huomattavasti helpommin ja nopeammin kuin käsin piirtäen. Esimerkiksi kulkuvälineiden animoinnissa suositaan 3D-animaatiota enemmän ja enemmän. Tietokone auttaa hyvin paljon animoinnissa, sillä se tekee osan työstä. 3D-malleissa on myös se hyvä puoli, että niitä voi käyttää uudestaan ja uudestaan, kun taas piirretyt elementit joudutaan aina piirtämään uudestaan. 3D-animaatiota hyödyntämällä säästetään siis aikaa, vaivaa ja rahaa.

Piirrosanimaation ja 3D-animaation yhdistämisessä esiintyy myös useita ongelmia animaation ulkonäöstä liikkeen sulavuuteen. Kontakti ja ajoitus ovat suuri ongelma, varsinkin kun useampi eri henkilö animoi samaa kohtausta. Animaatiostudiot kuitenkin kehittävät tekniikoita, joilla tämä yhdistäminen onnistuu helpommin. Ulkonäköongelmiin auttaa eri renderöintitekniikat. Ajoituksen saamista kohdilleen helpottaa stand-init ja dope sheetit. Lisäksi piirrosanimaation tekeminen alusta asti tietokoneella helpottaa prosessia, kun ei tarvitse erikseen skannata tai tulostaa animaatioita. Hyvä suunnittelu takaa myös hyvän pohjan animaatioiden yhdistämiselle.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Cavalier, S. & Chomet, S. 2011. The world history of animation. USA: Berkeley, Calif. : University of California Press.

Lanier, L. 2010. Professional Digital Compositing – Essential Tools and Techniques. Indianapolis: Wiley Publishing Inc.

O’Hailey, T. 2010. HYBRID ANIMATION - Integrating 2D and 3D Assets. USA: Elsevier Inc.

Parent, R. 2007. Computer Animation: Algorithms and Techniques (2nd edition). Elsevier Science & Technology.

Rodriguez, E. 2007. Computer Graphic Artist. Global Media.

Wells, P. 2006. The Fundamentals of Animation. Itävalta: AVA Publishing SA.

White, T. 2006. Animation from Pencils to Pixels: Classical Techniques for the Digital Animator. USA: Elsevier Inc.

Elektroniset lähteet:

Amidi, A. 2011. Early CG Experiments by John Lasseter and Glen Keane [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.cartoonbrew.com/disney/early-cg-experiments-by-john-lasseter-and-glen-keane-37145.html>

Autodesk. 2015. Curve Editor Introduction [viitattu 4.11.2015]. Saatavissa:

<http://docs.autodesk.com/3DSMAX/16/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-6D249F03-8E05-4671-859F-5F61FF1A8A8D.htm,topicNumber=d30e303290>

CienelDotNet. 2011. Cartoon Effect in 3D Studio Max [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: http://cienel.net/3d_studio_max-tutorials/cartoon-effect-in-3d-studio-max

Digital-Tutors. 2013. Key 3D Modeling Terminology Beginners Need to Understand [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://blog.digitaltutors.com/basic-3d-modeling-terminology/>

Fenlon, W. 2012. 2D Animation in the Digital Era: Interview with Japanese Director Makoto Shinkai [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.tested.com/art/movies/442545-2d-animation-digital-era-interview-japanese-director-makoto-shinkai/>

Hasson, K. 2015. Rigging [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <https://kaylah3dmodelling.wordpress.com/2015/03/04/rigging/>

Jain, E., Sheikh, Y., Mahler, M & Hodgins, J. 2012. Three-dimensional Proxies for Hand-drawn Characters [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: http://graphics.cs.cmu.edu/projects/threeDproxy/ejain_tog2012.pdf

Mitchell, D. 2002. The Future of the Cartoon Feature Film [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.zenoshrdlu.com/zenocgi.htm>

Russell, E. 2014. Understanding the Difference between Texture Maps [viitattu 1.11.2015]. Saatavissa: <http://blog.digitaltutors.com/understanding-difference-texture-maps/>

Siegel, R. 2012. The History of Disney's Treasure Planet [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.blu-ray.com/news/?id=9039>

Slick, J. 2015 a. 7 Common Modeling Techniques for Film and Games [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://3d.about.com/od/3d-101-The-Basics/a/Introduction-To-3d-Modeling-Techniques.htm>

Slick, J. 2015 b. Anatomy of a 3D Model [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://3d.about.com/od/3d-101-The-Basics/a/Anatomy-Of-A-3d-Model.htm>

Whitaker, RB. 2015. Creating a Toon Shader [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://rbwhitaker.wikidot.com/toon-shader>

Zahed, R. 2013. Disney's 'Frozen' to Warm Hearts This Week [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.animationmagazine.net/features/disney-ice/>

Wikimedia Foundation Inc. 2015. Cel shading [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Cel_shading

Ward, A. 2014. Why choose non-photorealistic rendering? [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.creativebloq.com/audiovisual/why-choose-npr-41411359>

Suulliset lähteet:

Studio Ghibli. 2006. Näin liikkuu Haurun linna. Elokuvan *Liikkuva Linna* DVD extra. Pan Vision Oy.

Kuvat:

Kuva 1. Sawyer, J. 2015. Animation history research and styles of animations and different techniques [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: http://vignette2.wikia.nocookie.net/cat-bc/images/a/a2/DSCF0024_1.jpg/revision/latest?cb=20111128071446

Kuva 2. Jason. 2014. Autodesk Maya Tips and Tricks [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.cgmeetup.net/home/autodesk-maya-tips-and-tricks/>

Kuva 3. Animationmethods. 2012. How to animate using Maya 2013 by animation methods [viitattu 4.11.2014]. Saatavissa: <https://animationmethods.wordpress.com/2012/11/03/how-to-animate-using-maya-2013-by-animation-methods/>

Kuva 4. Autodesk. 2014. Different Types of Balls: Mass, Elasticity and Friction [viitattu 5.11.2015]. Saatavissa:

<https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMax-Tutorial/files/GUID-D020B375-E56E-4A3A-9566-771469E8BF07-htm.html>

Kuva 5. Centre de Technologies Avancées. 2015. Motion capture [viitattu 5.11.2015]. Saatavissa: http://cta-diderot.brucity.be/?page_id=11

Kuva 6. Lieberman, J. 2006. The Iron Giant [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.ruthlessreviews.com/1378/the-iron-giant/>

Kuva 7. Studio Ghibli. 2006. Näin liikkuu Haurun linna. Elokuvan *Liikkuva Linna* DVD extra. Pan Vision Oy.

Kuva 8. Mullins, J. 2014. 37 Unanswered Questions We Have From Disney Movies (Plus the One We Finally Got Answered!) [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://uk.eonline.com/news/558775/37-unanswered-questions-we-have-from-disney-movies-plus-the-one-we-finally-got-answered>

Kuva 9. Chronic Chronicler, 2015. Reviews I Forgot to Do: Treasure Planet [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <https://chronicchronicler.wordpress.com/2015/01/22/reviews-i-forgot-to-do-treasure-planet/>

Kuva 10. Digital-Tutors. 2013. Key 3D Modeling Terminology Beginners Need to Understand [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://blog.digitaltutors.com/basic-3d-modeling-terminology/>

Kuva 11. Digital-Tutors. 2013. Key 3D Modeling Terminology Beginners Need to Understand [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://blog.digitaltutors.com/basic-3d-modeling-terminology/>

Kuva 12. – 14. Russell, E. 2014. Understanding the Difference between Texture Maps [viitattu 1.11.2015]. Saatavissa: <http://blog.digitaltutors.com/understanding-difference-texture-maps/>

Kuva 15. Oblivion Walker. 2015. A Highlight in the History of 3D Graphics and a 3D Artist who has Inspired Me [viitattu 5.11.2015]. Saatavissa:

<https://isabelcfernandez.wordpress.com/2015/03/08/a-highlight-in-the-history-of-3d-graphics/>

Kuva 16. – 17. Russell, E. 2014. Understanding the Difference between Texture Maps [viitattu 1.11.2015]. Saatavissa:

<http://blog.digitaltutors.com/understanding-difference-texture-maps/>

Kuva 18. Stone, M. 2015. 3D Production Pipeline – Part 2 [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa:

<https://marcstone3d.wordpress.com/2015/03/06/3d-production-pipeline-part-2/>

Kuva 19. Lighthouse3d.com. 2015. GLSL Tutorial - Vertex Shader [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.lighthouse3d.com/tutorials/glsl-tutorial/vertex-shader/>

Kuva 20. Lennox, O. 2015. Cel Shading: the Unsung Hero of Animation? [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.animatormag.com/computer/cel-shading-hero-animation/>

Kuva 21. Simonds, B. 2009. HMS Victory model tutorial [viitattu

30.10.2015]. Saatavissa: <http://bensimonds.com/2009/03/18/hms-victory-model-tutorial/>

Kuva 22. Kramer, A. 2015. 3D Light rays in After Effects [viitattu

30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.iamag.co/features/3d-light-rays-in-after-effects/>

Kuva 23. Alternativeto. 2015. Nuke [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa:

<http://alternativeto.net/software/nuke/>

Kuva 24. – 34. Oma kuva.