

3D-mallintaminen FPS-pelin näkökulmasta

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Insinööri
Mediatekniikka
Tekninen visualisointi
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Sonja Laakso

Lahden ammattikorkeakoulu
Insinööri, Mediatekniikka, tekninen visualisointi

LAAKSO, SONJA:

3D-mallintaminen FPS-pelin näkökulmasta

38 sivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin 3D-mallintamiseen ja animaatioon FPS-pelin näkökulmasta. Peliin ensimmäisen persoonan asetelma antaa realistisen tuntuman ruudulla tapahtuvaan toimintaan ja tilanne on samaistuttavissa. Tärkeimpänä osana tämän perspektiivin luomisessa on ruudulla näkyvät hahmon kädet, joita pelaaja hallitsee. Kädellä voidaan esimerkiksi poimia esineitä tai käyttää niitä halutulla tavalla. Käsiin kiinnittyy paljon huomiota, joten niiden fysiikan ja eleiden on oltava mahdollisimman realistisia.

Reaaliaikaista renderöintiä varten pelien käyttämät mallit täytyy optimoida mahdollisimman kevyiksi prosessoitaviksi pelimoottorille. Tätä varten käden malleja tehtiin tässä työssä kaksi kappaletta, niin sanotut high- ja low-poly-mallit. Raskaampi ja viimeistelty high-poly-malli valmistettiin skulptaamalla. Sen yksityiskohtiin kiinnitettiin paljon huomiota, jotta siitä saataisiin mahdollisimman realistinen. Valmis malli kartoitettiin UVW Unwrap-modifikaattorilla, jotta suoraan sen pintaan voitiin tehdä materiaali maalamalla.

Ensimmäisestä mallista generoitiin tekstuurit siirrettäväksi seuraavana työvaiheena olevaan low-poly-malliin. Tekstuurien generointi tapahtui ohjelman sisäisesti. Se analysoi pintaa 2D-karttana ja tulkitsi pinnan kohoumat ja syventymät erilaisiksi asteiksi. Karttoja generoitiin kolme erilaista, joista jokaisella oli eri ominaisuuksia lopulliseen versioon nähden.

Topologiaa yksinkertaistettiin pelimoottoreille kevyemmäksi prosessoitavaksi low-poly-mallia varten. Tässä vaiheessa yksityiskohdat karsiutuivat pois ja malli menetti muotoaan. Pinta suoraviivaistui. Low-poly-mallin pintaan lisättiin valmiista high-poly-mallista generoidut tekstuurit, jotta sen pinta saatiin näyttämään samalta. Näin pinta saatiin renderöintiä varten näyttämään viimeistellyltä, mutta malli säilytti kevyen prosessointikykyensä.

Animaatiota varten mallin sisään laitettiin luut, joilla anatomiaa saatiin täydennettyä ja osista liikkuvia. Luiden ja ihon yhteensovittaminen oli paikoitellen haastavaa, mutta tehtävässä onnistuttiin lopulta ja animaatiosta saatiin demonstraatiokelpoinen.

Avainsanat: 3D-mallintaminen, 3D Studio Max, Mudbox, UVW Unwrap, materiaali, tekstuuri, Autodesk

Lahti University of Applied Sciences
Bachelor's Degree Programme in media technology

LAAKSO, SONJA:

3D modeling from an FPS game's
point of view

38 pages

Spring 2017

ABSTRACT

This thesis deals with 3D modeling and animation from an FPS game's point of view. The first person layout gives a realistic feeling towards what is happening on the monitor screen and the player can relate to the situation. The most important part of creating this perspective is the character's hands that are visible on the screen. The player has control over these hands and can pick up items or use them in other ways in the virtual world. The hands are in the center of attention on the screen so their physique and gestures have to be as realistic as possible.

Game engines use real-time rendering, so the models which they use have to be as optimal as possible for the process. Therefore, two models of a hand were made for this project: high- and low-poly models. The heavy and very detailed high-poly model was made by using two sculpting programs. Its details were the focal point so that it could be as realistic as possible, looking like a real hand. The finished model was mapped and unwrapped using the UVW Unwrap modifier, so a material could be painted straight on its surface.

Textures were baked from the high-poly model to transfer them onto the low-poly model. Baking of textures was done by using 3D Studio Max's own baking tools. Textures were generated by the software by analyzing the surface and its geometry. Three texture maps were generated in total and each of them played a different role in the end result.

Topology was simplified for making the low-poly model. This was in order to make the original model lighter to process by a game engine. Details were eliminated and the model lost some of its shape. Baked textures were added onto the low-poly model to make it look like the high-poly model. This way the surface looks finished but maintains the light processing quality.

For the animation part, bones and skin were applied to the low-poly model. Compatibility of the bones and skin to the model was challenging at times, but the job succeeded in the end and it was possible to demonstrate the animation.

Key words: 3D modeling, 3D Studio Max, Mudbox, UVW Unwrap, material, texture, Autodesk

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TAUSTATIETOA FPS-PELEISTÄ	2
2.1	FPS- eli First Person Shooter peligenrenä	2
2.2	Historiaa	4
3	TYÖNKULKU	6
3.1	High- ja low-poly	6
3.2	Pelimoottorit	6
3.3	Mallinnusohjelmat	7
3.3.1	Sculptris Alpha 6	8
3.3.2	3D Studio Max	9
3.3.3	Mudbox	10
3.4	Materiaali ja Unwrap UVW	11
3.4.1	Materiaali	12
3.4.2	Kartoitus Unwrap UVW -modifikaattorilla	12
3.5	Tekstuurien generoiminen baking-menetelmällä	13
3.6	Luut	17
3.7	Skin-modifikaattori	18
4	CASE: LOW-POLY –MALLIN LUOMINEN	20
4.1	High-poly-malli	20
4.1.1	Aihion luominen	20
4.1.2	Skaalaus	21
4.1.3	Topologia	21
4.1.4	Yksityiskohtien työstäminen tasoissa	23
4.1.5	Mallin materiaali ja kartoitus	24
4.1.6	Maalaaminen	26
4.2	Low-poly -malli	28
4.2.1	Tekstuurit	29
4.2.2	Luiden lisääminen	31
4.2.3	Iho	31
4.2.4	Renderöinti ja lopullinen tuote	32
5	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

Tässä työssä perehdyttiin pelimallintamiseen sekä pelimoottorien että itse mallintamisen näkökulmista. Nykypäivän pelit ovat visuaalisesti erittäin vaikuttavia ja niitä tuotetaan enemmän kuin koskaan. Pelien mallintaminen vaatii kuitenkin huomattavan määrän taitoa ja perehtymistä. Visuaalisesti näyttävän pelin prosessoiminen vaatii kovaa suorituskykyä paitsi tietokoneelta, myös pelimoottorilta, joka sitä pyörittää. Tästä syystä mallien valmistamisessa on syytä ottaa huomioon niiden optimointi.

Työn lähtökohtana toimi first person shooter -peleissä nähty ensimmäisen persoonan asetelma, jossa toiminta tapahtuu. Pelaaja asettuu hahmon asemaan valitussa peliympäristössä ja toimii määrätyn tehtävän mukaisesti. Käytössä on yleensä erilaisia aseita tai esineitä, joita hahmo pitää käsissään.

Kädet ja niiden ominaisuudet ovatkin tämän työn keskiössä. Työssä mallinnettiin miehen oikea käsi ja sitä animoitiin. Käsien anatomiaan peleissä kohdistuu huomiota katselukulman takia ja siksi oli tärkeää saada mallista mahdollisimman realistinen. Käsien fysiikka ja animaatio on myös hyvin samaistuttavissa tosielämään nähden, minkä vuoksi virheetkin on helpommin havaittavissa.

2 TAUSTATIETOA FPS-PELEISTÄ

2.1 FPS- eli First Person Shooter peligenrenä

First Person Shooter -peligenrellä tarkoitetaan ensimmäisen persoonan näkökulmasta tapahtuvia toimintapelejä. Ruudulla näkyvä kuva tarjoaa pelaajalle aidontuntuisen näkökulman pelissä olevan hahmon näkökentästä ja eleistä. Näkökentässä on jompikumpi käsi tai molemmat sekä niissä mahdollisesti olevat esineet, kuten jonkinlainen ase. Ruudulla näkyy useimmiten myös jonkinlainen kartta tai kompassi sekä erilaisia palkkeja hahmon terveydentilaan ja valitun asepanoksen määrään liittyen. Tyypillinen pelinäköymä on demonstroituna alla olevassa kuvassa 1.

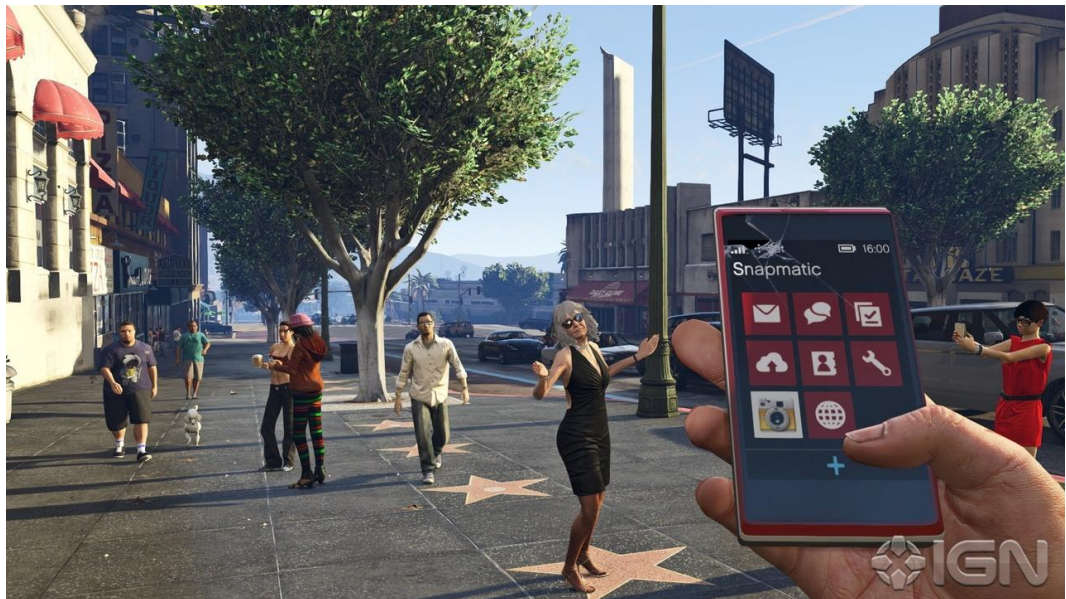
Pelaajan tarkoituksena on liikkua hahmolla pelikentässä ja suorittaa tehtävä, jonka peli asettaa. Tyypillisiä tehtäviä ovat esimerkiksi vihollisten eliminointi tappamalla, lipunryöstö ja jonkin esineellisen kohteen tuhoaminen. FPS-pelejä on lukuisia erilaisia ja niitä pelataan yksin tai joukkueena. Pelejä voi useimmiten pelata internetin välityksellä muiden ihmisten kanssa tai ilman internet-yhteyttä tietokoneen tekoälyä, eli botteja, vastaan. (Techopedia 2017a.)



KUVA 1: Pelinäköymän ruutukaappaus FPS-peleistä Counter-Strike: Global Offensive.

Pääasiassa PC-voittoinen peligenre on levinnyt viime vuosina myös muille pelialustoille, kuten PlayStation- ja Xbox-konsoleille. Alun perin niille kehitetyt pelit koettiin ohjaimen käytön vuoksi huonoiksi tarkkuuden ja funktion puolesta, mutta tekniikan kehittyessä nekin ovat parantuneet huomattavasti. Jotkin ominaisuudet ovat nykyään jopa kätevämpiä ohjaimella. (IGN 2017.)

Eräitä suosittuja konsolipelejä ovat Grand Theft Auto –sarjan pelit, jotka ovat tyypillisesti kolmannessa persoonassa pelattavia. Sarjan viides osa Grand Theft Auto V, joka julkaistiin vuonna 2013, toi mukanaan myös FPS-pelattavan moodin, kuten kuvassa 2 on esitetty. Vastoin FPS-pelien yleistä sotateemaa GTA:ssa keskitytään erilaisten rikosten suorittamiseen pisteiden toivossa. (IGN 2017.)



KUVA 2: GTA V -pelin FPS-näkymässä miljöö on hyvin erilainen, kuin mitä FPS-peleissä on totuttu näkemään. (IGN, 2017b.)

2.2 Historiaa

Tietävästi ensimmäinen FPS-peli on vuonna 1973 kehitetty ”Maze War”. Genre ei kuitenkaan saanut vielä tuolloin kunnolla tuulta alleen, vaan vuonna 1992 julkaistu ”Wolfenstein 3D” antoi konseptille tuntuvaan alkusysäyksen.

Alla olevassa kuvassa numero 3 esitelty, vuonna 1993 julkaistu ”Doom”, asetti omalta osaltaan riman peligenreen melko korkealle. Sen äänimaailma ja grafiikka olivat aikansa parhaita tunnelmasta puhumattakaan. Näppäimistön ja hiiren yhteistoiminta toi paremman pelattavuuden, jonka myötä realismin taso kasvoi. Esineiden poimiminen ja kerääminen olivat myös tärkeitä uusia ominaisuuksia. (IGN 2017a.)



KUVA 3: Ruutukaappaus pelistä Doom, joka julkaistiin vuonna 1993.

Doomin innoittamana moni virstanpylväänä toimiva peli sai tulevana vuosina alkunsa. Peleissä haettiin myös jonkinlaista tarinaa ja tarkoitusta, joista yhtenä esimerkkinä on vuonna 1996 julkaistu ”Duke Nukem 3D”. Pelissä esiintyy etenkin nuoreen miesyleisöön vetoavaa huumoria, kiroilua ja parodiaa. Pelin ja pelaamisen ei siis tarvinnut enää olla vakavaa, joka lisäsi

FPS-pelien suosiota. Samana vuonna julkaistiin Doomien tekijöiltä peli nimeltä "Quake", joka toimii pohjana nykypäivän FPS-peleille myös pelimoottorinsa ansiosta. (IGN 2017b.)

Yksi suurimmista suunnan näyttäjistä on vuonna 1998 julkaistu Half Life, joka uudella tieteishenkisellä teemallaan haastoi aiemmat klassikot. Pelissä hahmona on fyysikko, jonka tehtävänä on ratkoa pulmia ja tutkia ympäristöä perinteisen toimintapelaamisen ohella. Half Lifen lisäosana julkaistiin vuonna 1999 äärimmäisen suosittu Counter-Strike, jonka suosion myötä pelin kehitys jatkui omana polkunaan. (IGN 2017c.)

Half Lifen lisäksi lukuisia muita merkittäviä FPS-pelejä julkaistiin 90-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa. Pelaaminen alkoi muovautua yksilöharrastuksesta strategiseen tiimityöhön, kun uudet pelit mahdollistivat joukkue toiminnan internetin välityksellä. Pelejä kehitettiin liukuhihnaisesti, minkä myötä myös pelaajien odotukset kasvoivat. (IGN 2017d.)

Visuaalisesti toinen toistaan vaikuttavampia pelejä tulee markkinoille kovaa vauhtia vielä nykyäänkin, eikä kiinnostuksen laatumista ole havaittavissa (IGN 2017e).

3 TYÖNKULKU

3.1 High- ja low-poly

High-poly-mallilla tarkoitetaan hyvin yksityiskohtaista ja viimeisteltyä mallia. Se voi koostua jopa miljoonista polygoneista, jotka sen geometrian muodostavat. High-poly-malli on tarpeellinen, mikäli tuotteen käyttötarkoitukseen sisältyy läheltä tarkastelua tai esimerkiksi mainosmateriaaliksi renderöimistä. High-poly on myös välttämätön vaihe pelimoottorien käyttämisen low-poly-version valmistamisessa, sillä alkuperäisestä mallista generoidut tekstuurikartat siirretään yksinkertaiseen malliin tarkan mallin iluusion luomiseksi. Tämä keventää pelimoottorin taakkaa, mutta säilyttää visuaalisesti näyttävän tason. Low-poly-malli on kulmikkaampi ja polygoneja on usein vain murto-osa verrattuna alkuperäiseen malliin, mutta juuri tekstuurien ansiosta se näyttää samalta. (Autodesk 2016.)

3.2 Pelimoottorit

Pelimoottorilla tarkoitetaan ohjelmaa, joka generoi lähdekoodia ja tuottaa perusosia peliprosessin seuraavia vaiheita varten. Tämän vuoksi reaaliaikainen renderöinti suoraan pelattaessa on mahdollista. Toisin sanoen moottori ja sen ominaisuudet ovat elintärkeä osa tuotantoa. Pelimoottorit tarjoavat käytön tueksi grafiikkapaketteja ja uudelleenkäytettäviä ohjelmoinnin perusosia, jotka ovat tyypillisesti sisäänrakennetussa alustassa. Tämä mahdollistaa tehokkaan ja datalähtöisen pelituotannon. (Techopedia 2017.)

Moottorin kautta pelin ominaisuuksia operoidaan tietokoneella. Raja on usein häilyväinen sen suhteen, missä pelimoottori loppuu ja itse pelin sisältö alkaa. Moottorin sisäisesti voidaan esimerkiksi ohjelmoida, renderöidä, tuottaa joitain malleja ja laskea objektien fysiikoita virtuaalimaailmaansa nähden. Ne eivät siis ole mallinnohjelmaa, vaan ne toimivat julkaisualustana niiden malleille ja peleille. (Ward 2008a.)

Pelimoottorin käyttö yhdistää pelisuunnittelun eri ammattikuntia, mutta samalla helpottaa työtä kaikilla osa-alueilla. Eri pelimoottorit tarjoavat käyttövalmiita ja muokattavia komponentteja tekemisen tueksi. Tällaisia komponentteja voivat olla esimerkiksi törmäysvaikutusten laskeminen, graafisia käyttöliittymiä, osittaista tekoälyä ja mallien animointia. (Ward 2008b.)

Pelimoottoreita on lukuisia erilaisia ja eri tarkoituksiin. Niitä löytyy sekä ilmaiseksi tai maksullisesti. Unity on erinomainen 2D- ja 3D-pelimoottori mobiilipelejä varten sen monialustaintegrointinsa ansiosta. Unreal Engine 4 on PC:lle hyvä vaihtoehto, sillä sen avulla voi luoda sekä yksinkertaista, että fotorealistista grafiikkaa hyvin edullisesti. CryENGINE taas haastaa UE4:n grafiikkaominaisuuksiltaan, mutta altavastaajan tavoin on jopa hieinan edullisempi pitkällä aikavälillä. (Pluralsight 2015.)

3.3 Mallinnusohjelmat

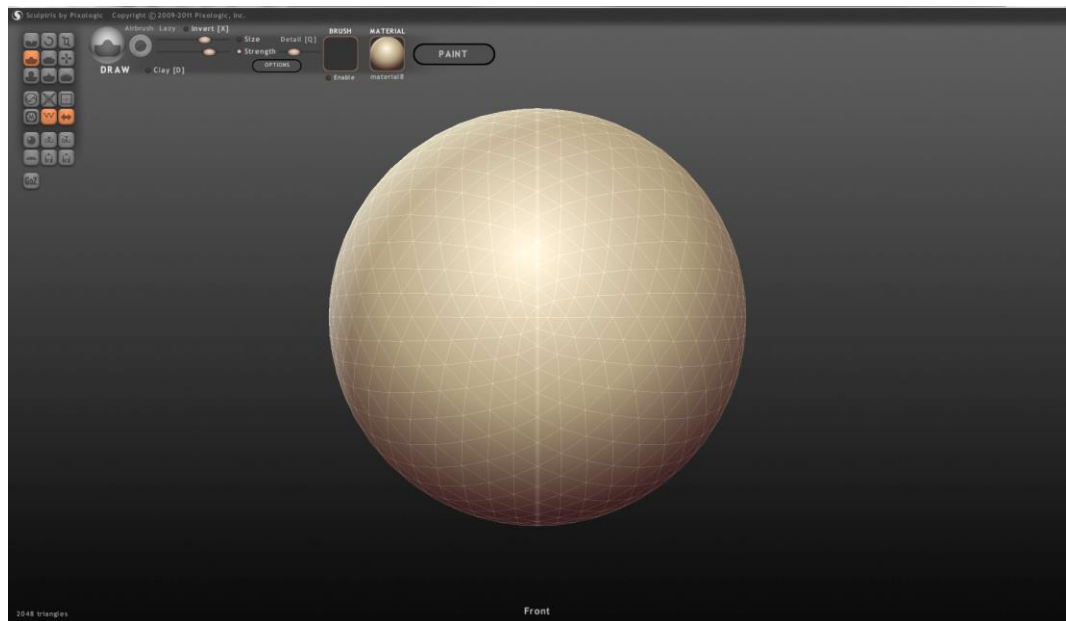
3D-mallinnusohjelmia löytyy hyvin monenlaisiin tarpeisiin. Perinteisesti mallintaminen suoritetaan mekaanisesti polygoneista rakentamalla ja primitiiviobjekteja (kuten taso, laatikko ja kartio) hyödyntämällä. Suurin osa näistä ohjelmista on maksullisia, mutta ne tuovat mukanaan laajan kirjon työkaluja työstön helpottamiseksi. Globaalilla tasolla yleisimmät mallinnusohjelmat lienevät Autodeskin tuoteperheen ohjelmat, kuten 3D Studio Max ja Maya. Ohjelmistotalo Maxonin Cinema 4D on myös ottanut jalansijaa mallintamisen markkinoilla. 3D-mallintamiseen löytyy kuitenkin myös ilmaisia ohjelmia, joista kärkinimeksi nousee Blender. Blenderin ominaisuudet ovat erinomaiset hintaansa nähden ja ohjelmaa kehitetään jatkuvasti paremmaksi.

Skulptaamiseen, eli virtuaaliseen veistelyyn erikoistuneita ohjelmia on huomattavasti vähemmän verrattuna perinteisiin mekaanista mallinnusta hyödyntävien ohjelmien määrään. Autodesk tarjoaa tässäkin kategoriassa oman tuotteen, Mudboxin. Käytetyin lienee kuitenkin olevan Pixologic-ohjelmistotalon ZBrush, joka tukee myös esimerkiksi Autodeskin formaatteja tiedostonsiirrossa.

3.3.1 Sculptris Alpha 6

Sculptris on Pixologic-ohjelmistotalon ilmainen ohjelma, jonka käyttö perustuu pallon muotoisen massan monipuoliseen muovaamiseen muutamilla erilaisilla työkaluilla, kuten kuvasta 4 käy ilmi. Muovaaminen tapahtuu ikään kuin virtuaalisesti veistelemällä, eli skulptaamalla. Objektiin voidaan tehdä erilaisia uria ja kohoumia, sekä säätää niiden kokoa ja voimakkuutta. Työn jälki voi olla tarkkaa tai suurpiirteisempää.

Massan pinta rakentuu kolmion muotoisista polygoneista ja niiden määrä vaihtelee yksityiskohtien tarkkuuden mukaan automaattisen jakautumisen ansiosta. Jakautuminen on dynaamista ja ohjelma luokin kolmioita vain sinne minne niitä tarvitsee. (Pixologic 2017.)



KUVA 4: Sculptris Alpha 6:n aloitusruutu ja työn lähtökohta.

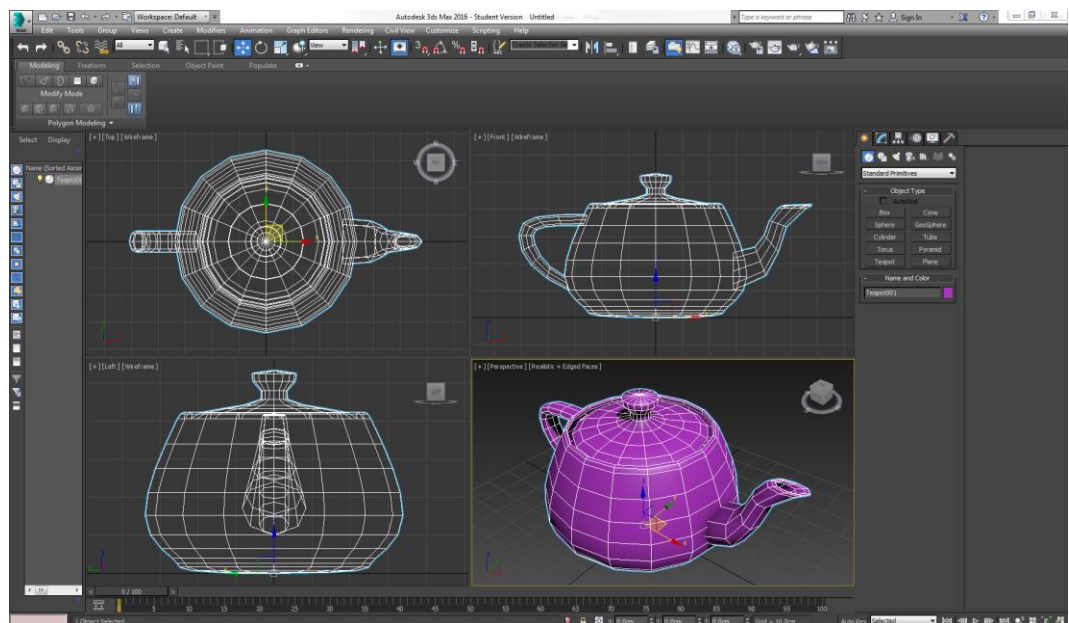
Aloitustaiheen palloelementti muodostuu oletusarvona 2048:sta kolmion muotoisesta polygonista. Peilikuvatoiminto on oletuksena päällä, mutta tässä tapauksessa sitä ei tarvittu. Tämä ohjelma on erityinen juuri yksinkertaisuutensa ansiosta, joka tekee siitä erittäin kevyen ja helpon käyttää. Erilaisia työkaluja on vain muutamia, joten ensikertalainenkin pääsee mukaan nopeasti.

Ohjelman omat maalaus- ja kartoitusominaisuudet ovat kuitenkin melko alkeellisia, jonka vuoksi sitä ei käytetty tässä työssä muuten kuin alkuvaiheessa. Sculptrisissa luotuja malleja voi viedä muihin mallinnusohjelmiin viimeistelyä varten yhteensopivien formaattien avulla.

3.3.2 3D Studio Max

3D Studio Max on Autodeskin kehittämä mallinnus- ja animaatiotyöhön tarkoitettu ohjelma, joka on maailmanlaajuisesti käytetty. Ohjelmasta tekee suosituksen sen laajat työkaluominaisuudet, jotka keskittyvät nopeaan ja sujuvaan sisällöntuottamiseen. Se on erityisen hyvä ohjelma juuri videopelituotantoa ajatellen. (Purch 2017a.)

Mallintaminen 3DS Maxilla perustuu pääasiassa polygonimallintamiseen. Sillä voi luoda monia erilaisia valmiita primitiiviobjekteja, jotka toimivat pohjana monille malleille. Primitiiviobjekteja voidaan sen jälkeen muokata hyvin monipuolisilla menetelmillä, jotka tekevät objekteista ainutlaatuisia. Valmiita objekteja ovat esimerkiksi laatikko, pallo, kartio ja teepannu. Teepannu on kuvattuna alla olevassa kuvassa 5, Maxin työnäkymässä. (Purch 2017b.)



KUVA 5: Ruutukaappaus 3D Studio Maxin työnäkymästä ja valmiista teepannu-objektista.

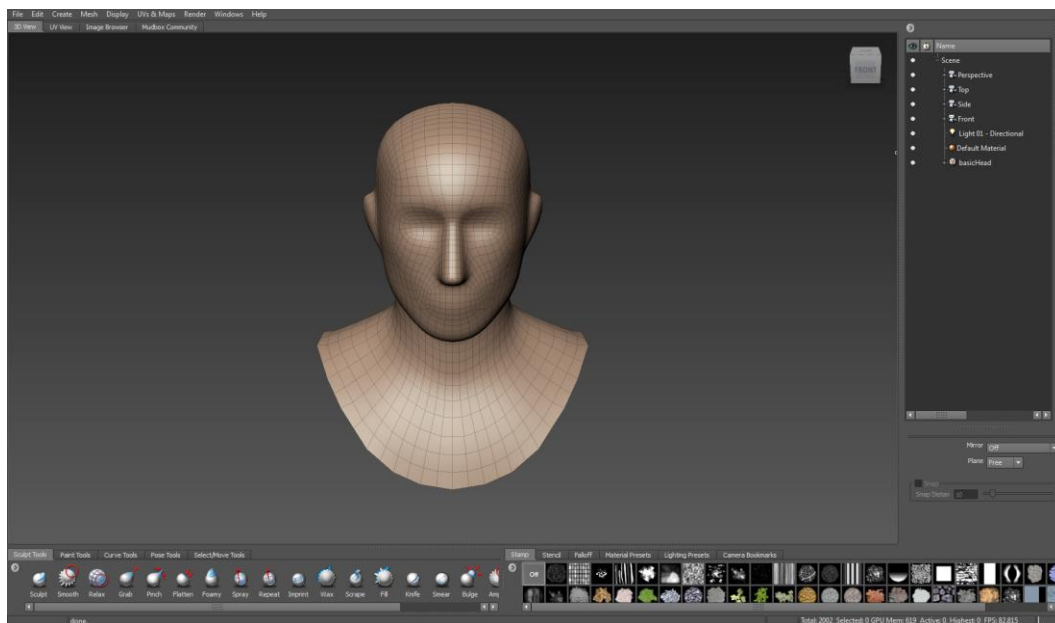
Ohjelman hyviä puolia ovat myös sen valaistusominaisuudet, joilla se pyrkii luomaan objekteille ja skenaarioilla globaalin valaistuksen. Tämä on hyvin realistinen jäljitelmä, joka on luotu yksinkertaistetuilla säteilyn algoritmeilla. Nämä algoritmit simuloivat heijastuvaa valoa, joka liikkuu ja toistuu taas toisilla pinnoilla. Tämänkaltainen realistinen valo on omiaan yksittäisiä kuvia tai lyhyitä videonpätkiä renderöitäessä. Videopeliin se ei sovellu, sillä se on hyvin raskasta renderöidä. Videopelejä varten ohjelmasta löytyy lukuisia keinotekoisia valaistusmahdollisuuksia, jotka ovat kevyempiä renderöitäviä. (Purch 2017c.)

Simulointiominaisuuksia löytyy myös animaation puolelta. Ohjelma osaa simuloida esimerkiksi kangasta, ihoa, hiuksia ja karvaa, joten kaikkea ei tarvitse itse osata tehdä. Animaatioita tehdessä Maxilla saa myös simuloitua kovia materiaaleja, kuten kiveä ja luotua sille vaikkapa särkymisefektin. (Purch 2017d.)

3.3.3 Mudbox

Autodeskin tuoteperheeseen kuuluva Mudbox on objektien maalaamiseen ja veistelyyn tarkoitettu ohjelma. Se tarjoaa käyttäjälleen runsaasti erilaisia mahdollisuuksia 3D-geometrian skulptaamiseen ja tekstuuriin luomiseen sekä muokkaamiseen. (Autodesk 2017.)

Ohjelma sisältää muutamia erittäin käytännöllisiä valmiita aiheita, kuten ihmisen vartalon, auton ja erilaisia eläimiä. Näin muotoilu on helppa ja nopeaa aloittaa. Työkaluja on kuitenkin huomattavasti enemmän kuin Sculpt-risissa, kuten alla olevasta työnäkymästä 6 käy ilmi.



KUVA 6: Ruutukaappaus Mudboxin työnäkymästä ja automaattisesta pääaihiosta.

Pääpiirteissään työnkulku Mudboxissa pitää sisällään mallin tuomisen ohjelmaan, yksityiskohtien hiomisen veistämällä ja lopuksi tekstuurien maalaamisen suoraan objektin pintaan. Ohjelma toimii kerroksia käyttämällä, mikä lisää muokattavuutta ja joustavuutta. Kerrokset voidaan sitten avata jälkikäsitteilyä varten vaikkapa Photoshopissa tai muussa kuvankäsittelyohjelmassa. Tämä on hyvin käytännöllistä, sillä silloin mallin pintaan ei tarvitse mallintaa mitään esimerkiksi Maxissa, vaan pinta generoituu täysin sen tekstuurin pohjalta. (Renderosity 2017.)

3.4 Materiaali ja Unwrap UVW

Materiaali itsessään on objektiin liitettävä, jotain konkreettista pintaa esittävä virtuaalinen bittikarttatiedosto. Sen liittäminen määrittelee objektin ominaisuuksia muodon apuna. Materiaalilla luodaan mielikuvia kappaleen kosketuspinnasta, painosta, läpinäkyvyydestä ja tekstuurista. Esimerkiksi

puiseksi esineeksi tarkoitettuun objektiin tulee liittää materiaali, joka esittää puunsyitä. Materiaalille annetut ominaisuudet vaikuttavat myöhemmin kappaleen renderöinnin laatuun ja haetun fotorealistisuuden tason uskottavuuteen. (Derakhshani 2011 201.)

3.4.1 Materiaali

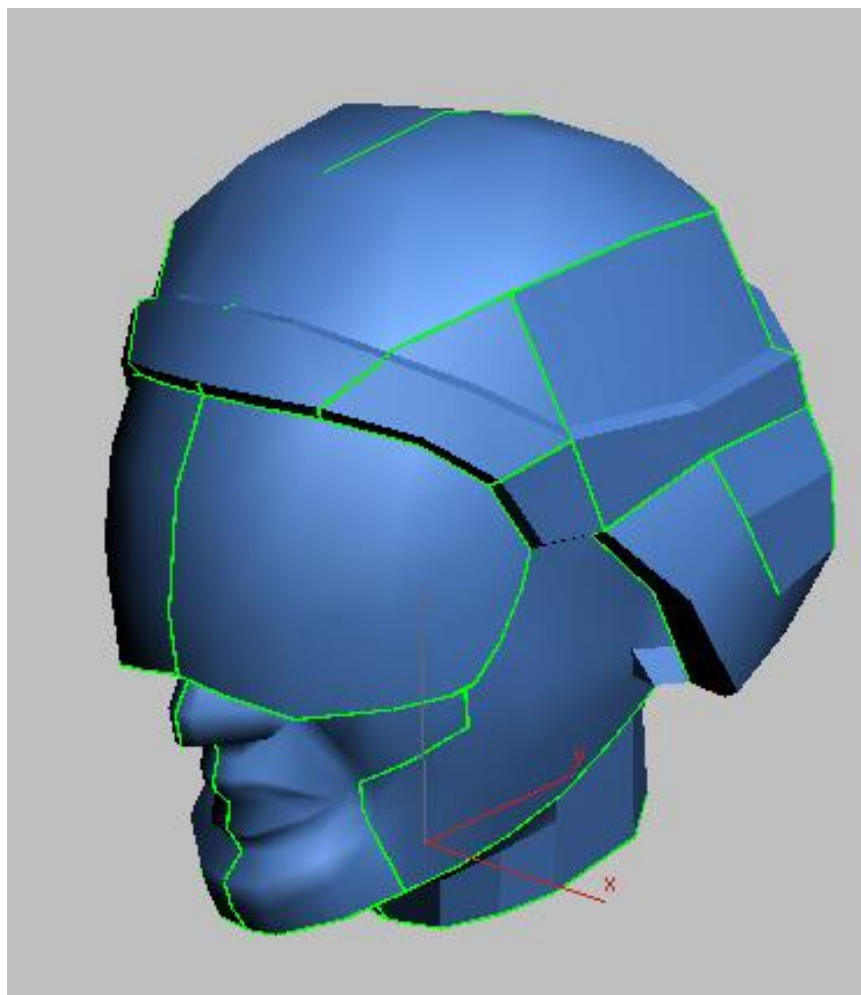
Syvemmillä tasolla materiaalin liittäminen objektiin tarkoittaa sen projisoinnista tuotteen pinnalle erilaisten kartoitusmenettelyjen avulla. Tietokoneen näyttö, jolla tuotetta tarkastellaan, on kaksiulotteinen ja vaatii siksi työtä syvyyden ja perspektiivin illuusion luomiseksi. On tärkeää muistaa, että kaikki näytöllä nähty todella on illuusiota eikä tuote oikeasti ole puuta tai lasia, vaan se perustuu ympäröivien pikseleiden kontekstiin. Ilmiö on sama, kuin esimerkiksi fotorealistisessa maalauksessa, jossa materiaali näyttää aidolta, mutta onkin vain maalia. (Summers 2004 76.)

Kuten sanottua, lisättävä materiaali on vain UV- (eli XY-) tasossa oleva bittikarttakuva tai vastaava, mutta ohjelman UVW-koordinaattien W- (eli Z-) koordinaatti mahdollistaa kuvan projisoinnin myös epätasaisille tai epämääräisen muotoisille pinnoille. Tällaisia tapauksia ovat lähes aina itse tehdyt objektit, joiden muotoa on manipuloitu tai jotka sisältävät tasaisen pinnan lisäksi myös esimerkiksi kaarevia pintoja. Ohjelman valmiit objektit (kuten pallo, kuutio, sylinteri) ovat niin sanottuja primitiivejä ja niillä on automaattisesti olemassa UVW-koordinaatit. (Autodesk 2016.)

3.4.2 Kartoitus Unwrap UVW -modifikaattorilla

Mallin kartoitus on välttämätön vaihe oikeanlaisen materiaalien projisoimisen kannalta. Unwrap UVW -modifikaattori määrittelee objektin muodon tietokoneelle ymmärrettävään formaattiin planaaristen polygonivalintojen perusteella. Objekti levitetään pala palalta auki tehtyjen saumojen mukaan materiaalin vääristymien estämiseksi. Palat aukeavat UV Editoriin, joka toimii nimensä mukaisesti UV-akselilla kaksiulotteisesti. (Pagan 2001.)

Modifikaattori on puoliautomaattinen, eli se generoi objektille saumat oletusten perusteella, mutta käyttäjä voi myös itse määrätä saumojen paikat kuten alla olevasta kuvasta 7 näkyy. Tämä on tarpeellista pitkälle jalostetuissa objekteissa, joiden muotoa ohjelma ei usein ymmärrä. Primitiivit ja yksinkertaiset objektit se tunnistaa lähes aina. (Pagan 2001.)



KUVA 7: Saumat näkyvät vihreinä objektin pinnassa. (Autodesk 2017).

3.5 Tekstuurien generoiminen baking-menetelmällä

Tekstuurien avulla illuusio objektin kolmiulotteisuudesta tulee vahvemmin esiin korostamalla sen hienovaraisia yksityiskohtia. Tekstuurien generoimiseen on tarjolla runsaasti ilmaisia ja maksullisia ohjelmia, sekä mallinnusohjelmien omia työkaluja. Myös Mudboxilla on oma työkalu erilaisten tekstuurikarttojen generoimiseen suoraan mallin pinnasta.

Bakingillä tarkoitetaan kuormittumisen minimointia edistävää menetelmää, jossa jokin tuote tai asia käsitellään jo etukäteen. Renderöiminen vie aseptuksista riippuen paljon aikaa, ja yksi tapa tämän nopeuttamiseksi on generoida tekstuurit monimutkaisia pintoja varten valmiiksi. Näin lopullisessa renderöinnissä säästetään aikaa, kun joidenkin mallien värejä ja ominaisuuksia ei tarvitse käsitellä uudestaan. (Blender 2017a.)

Tekstuuriin generoiminen baking-menetelmällä luo 2D-bittikarttoja objektin renderöidystä pinnasta. Näitä karttoja voidaan sitten projisoida oikeat UV-kartat sisältävän objektin pintaan. Tämä menetelmä on mahdollista vain, mikäli objekti on oikein kartoitettu Unwrap UVW -modifikaattorilla. Työvaihe vie aikaa, mutta nopeuttaa renderöintiprosessia huomattavasti. (Blender 2017b.)



KUVA 8: Hahmon Ambient Occlusion -tekstuuri korostaa ryppejä. (Autodesk 2017).

Ohjelma laskee mallin pinnan vaihtelut 2D-materiaaleiksi, joista vaihtelut on tulkittavissa väreinä ja sävyinä. Nämä sävy muutokset ovat siis kohoimia tai syventymiä. Pienimmätkin pinnanmuutokset tulkitaan tarkimman mahdollisen kolmiulotteisen illuusion luomiseksi.

Ambient Occlusion on mustavalkoinen tekstuurikuva, kuten yllä olevasta kuvasta 8 käy ilmi. Ambient Occlusion tulkitsee pinnan muotoja valaistuksen kannalta. Se määrittelee, mihin kohtiin osuu voimakas tai vähäinen epäsuora valo ja luo sen mukaan harmaan sävyjä materiaaliin. Epäsuoralla

valolla tarkoitetaan ympäristöstä tulevia valoja ja heijastuksia. (Unity Technologies, 2017.)

Normal map simuloi kohoumia ja valaistusta geometrian pinnan normaalien mukaan vaalean violetin sävyisessä tekstuuritiedostossa, kuten alla olevassa kuvassa 9. Muodot voidaan tulkita pinnalta suoraan, tai niitä voidaan korostaa itse tekstuuriin XYZ-akseleilla. Tekstuuriin tehtäessä muutokset pysyvät 2D:nä, eivätkä siis luo varsinaisia kohoumia itse malliin. Tämä tekee omalta osaltaan käsittelystä kevyempää. (Autodesk 2017.)

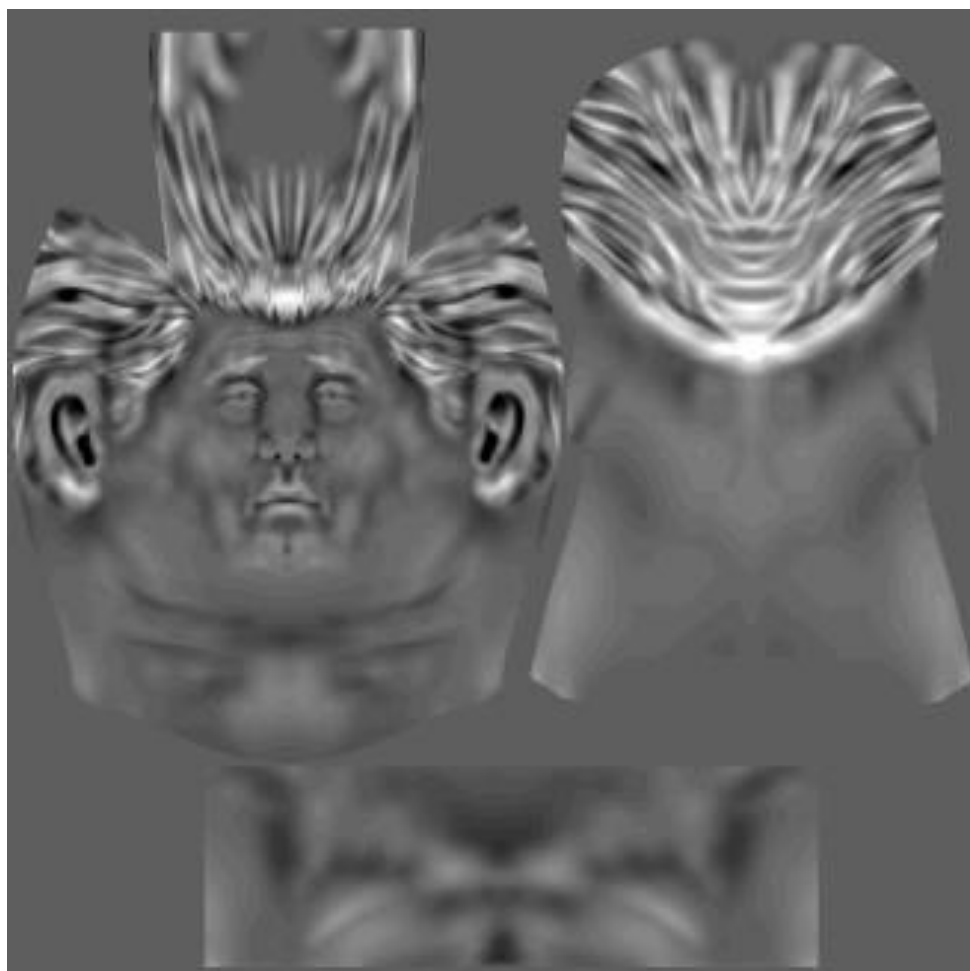


KUVA 9: Kiviseinän materiaali ja sen normal map -tekstuuri. (Unity Technologies 2017b).

Normal mapin violetti taustaväri, sekä RGB-sävyiset varjot luovat illuusion itse kohoumasta kuten yllä olevasta kuvasta 9 käy ilmi. Tiedostossa ei ole varsinaisia mustia tai valkoisia varjon ja valon indikaattoreita. Tämä johtuu siitä, että käytettyjä värejä ei ole sellaisenaan tarkoitus projisoida objektin pinnalle. Materiaalia generoitaessa sen pinnalle heijastetaan vihreää, sinistä ja punaista valoa, jokainen omasta suunnastaan. Niitä yhdistelemällä muodostuu pinnan kuvio. Käytetyn värin RGB-arvot esittävät kunkin pikselin suuntavektorin XYZ-arvoja, jotka sitten lisätään polygonin pinnan interpolaation normaaleihin. (Unity Technologies 2017a.)

Displacement map luo objektille korkeamman kontrastin illuusion varjon ja valon suhteessa muotoon. Tekstuuri on harmaasävyinen, kuten alla olevassa tekstuurikuvassa 10. Displacement map lisää objektin pintaan omaa geometriaa, jonka vuoksi se kuormittaa prosessointia renderöitäessä. Tästä syystä sitä ei ole järkevää laittaa hyvin yksinkertaisiin tai tasaisiin malleihin, joiden tarkoitus on olla nopeasti käsiteltäviä. (Autodesk 2017.)

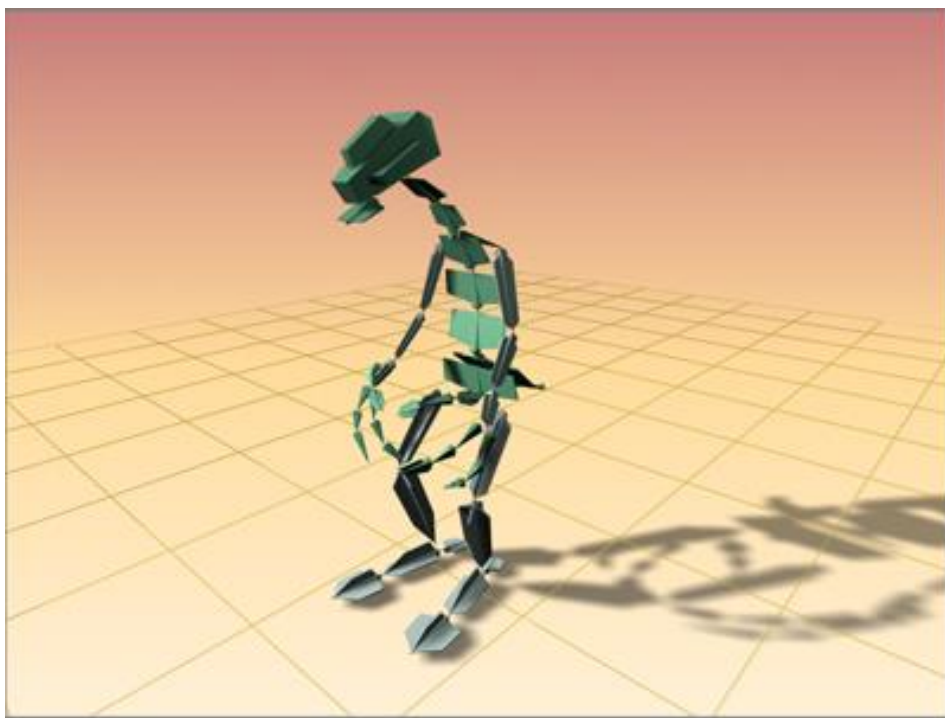
Displacement mapin vahvuudet ovat kuitenkin korkeamman tason realismin luomisessa yksinkertaiseen malliin yhdistettynä, kun muut tekstuurit eivät riitä halutun realismin tason saavuttamisessa. On täysin tapauskohtaista kannattaako sitä käyttää sen kuormittavan ominaisuutensa ansiosta. (Autodesk 2017a.)



KUVA 10: Hahmon Displacement -tekstuuri. (Autodesk 2017b).

3.6 Luut

3D Studio Maxissa objektiin voi liittää luujärjestelmiä, joiden avulla voidaan animoida eri hierarkioita, kuten alla olevassa kuvassa 11. Luujärjestelmiä käytetään useimmiten jonkinlaisen ihon omaavan hahmon luomisessa, jolla on jonkinlaisia kineettisiä tarpeita animaation kannalta. (Autodesk 2017a.)



KUVA 11: Dinosaurushahmon luujärjestelmä. (Autodesk 2017b).

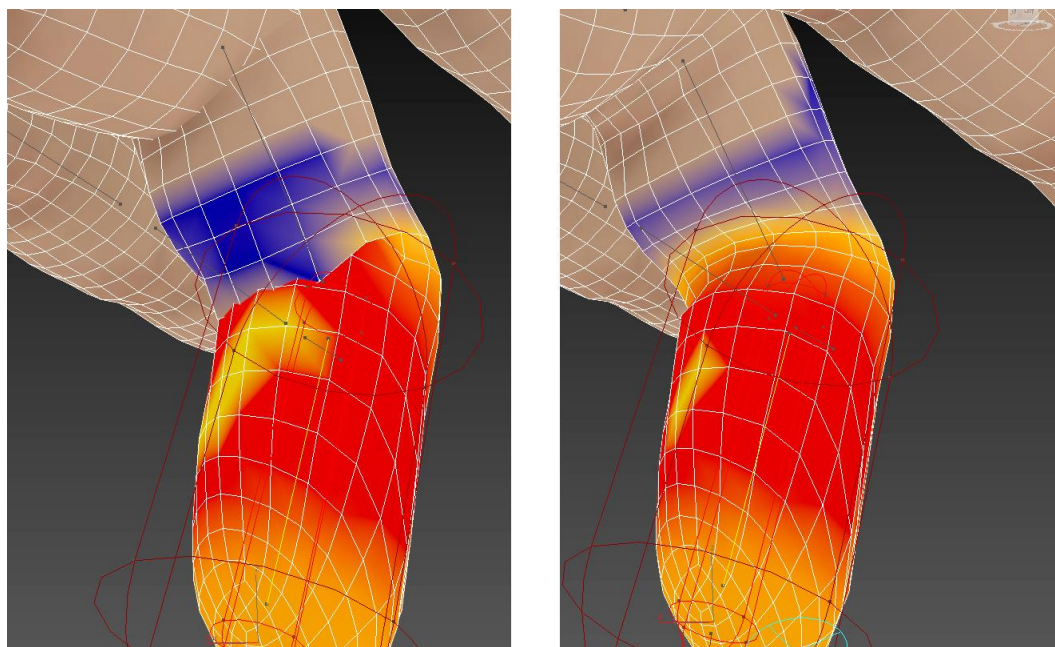
Luilla on monia ominaisuuksia ja ne vastaavat melko pitkälti oikeita ihmisen luita. Jokaisella luulla on kannassaan oma pyörähdyspiste, joten ne toimivat kuin niveletkin. Luille voi määritellä niin sanotut evät, jotta pyörähdys suunnan havaitseminen on helpompaa. Nämä eivät kuitenkaan oletusarvoisesti renderöidy. Luuksi voi myös määritellä minkä tahansa muun objektin. (Autodesk 2017c.)

Objektin kineettisten ominaisuuksien animointia voidaan helpottaa erilaisilla lisäosilla, joita luille määrätään. Yksi näistä on Inverse Kinematics (IK), joka tarkoittaa käänteistä kinematiikkaa kantaobjektin ja kohdeobjektin välillä. (Autodesk 2017.)

3.7 Skin-modifikaattori

Jotta mallin pinta seuraisi luiden liikettä, se täytyy määritellä hierarkiassa. Tämän modifikaattorin pääasiallinen tarkoitus on luoda hahmoanimaatio muovaamalla yhtä objektia toisen kanssa. Modifikaattori lisätään objektille ja tehdyt luut määrätään sitä hallitseviksi, minkä jälkeen jokainen luu saa niin sanotun kuoren. Tämän kuoren sisällä olevat pinnan leikkauspisteet liikkuvat valitun luun mukaan. Kuoren kokoa ja suuntaa voidaan muokata manuaalisesti, jotta pinta pysyisi paremmin luun liikkeiden mukana. Päällekkäisten kuorten tilanteessa leikkauspisteiden liike on yhdistelmä näiden luiden liikkeistä. Tällöin pisteeseen vaikuttaa voima, jota säätämällä voidaan määrittää kuinka voimakkaasti piste liikkuu. (Autodesk 2017a.)

Alla olevassa kuvassa 12 on demonstroitu voimien vaikutus käden mallin polygoneihin sormea taivutettaessa. Vasemmanpuoleisessa kuvassa polygonit leikkaavat toisiaan ja ovat päällekkäin, kun taas oikeanpuoleisessa kuvassa polygonit on korjattu mukailemaan liikettä voimien säätämisen avulla.



KUVA 12: Voimien vaikutuksen korjaus.

Oletuksena jokainen leikkauspiste saa voiman 1.0, joka tarkoittaa että valittu leikkauspiste seuraa vain sille määrätyn luun liikkeitä. Voima-arvoja voi olla useampia, mikäli pisteeseen vaikuttaa useamman luun voimat.

Kuoren muoto ja asento riippuu luuobjektin tyypistä:

- Luun kuoren muoto ulottuu objektin päästä päähän lineaarisesti.
- Viivaobjektien kuori myötäilee valittua viivaa.
- Primitiivisten objektien kuori muodostuu objektin pisimmän akselin mukaan. (Autodesk 2017b.)

4 CASE: LOW-POLY –MALLIN LUOMINEN

4.1 High-poly-malli

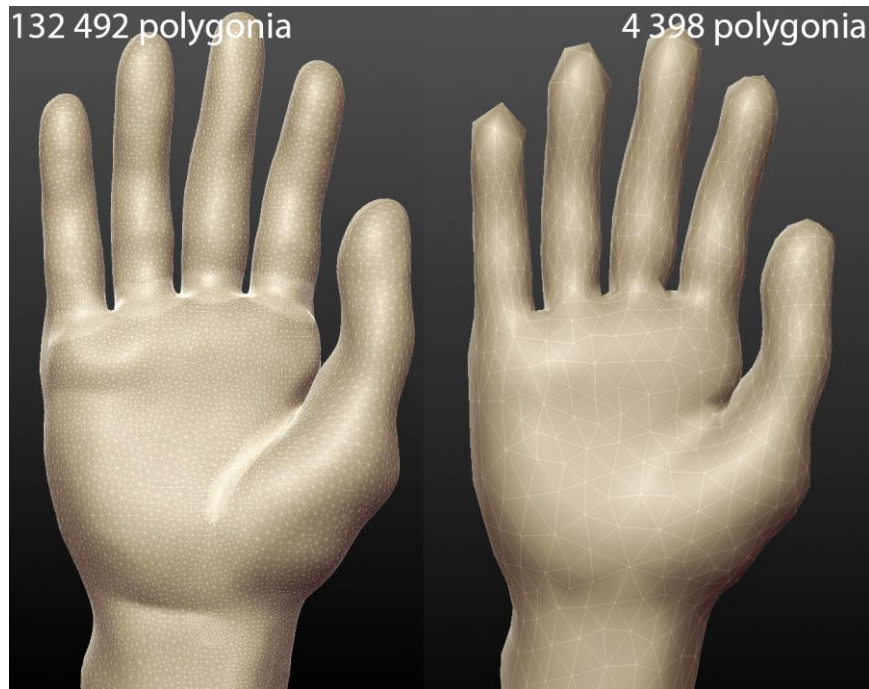
Työn tarkoituksena oli tarkastella FPS-peleissä nähtävää 3D-mallintamista ja sen tekniikoita sekä vaatimuksia. Luonnolliseksi kiintopisteeksi valikoitui pelattavan hahmon käsi, jonka fysiikka ja toiminnot ovat samaistuttavia tosielämään verrattuna.

Mallintamisprosessi aloitettiin ruohonjuuritasolta. Ensimmäisenä luotiin viimeistely ja yksityiskohtainen niinsanottu High-poly-malli, jota työstettiin eri ohjelmissa halutun lopputuloksen saavuttamiseksi.

4.1.1 Aihion luominen

Ensimmäinen työvaihe oli aihion luominen Sculptris Alpha 6 -ohjelmalla aiemmin nähdystä aloituspallosta muovaamalla. Massasta muovattiin vähitellen ihmisen koko kättä muistuttava objekti, joka alkoi olkapäästä ja päättyi sormenpäihin. Polygonien määrä kasvoi tässä vaiheessa reilusti yli sataan tuhanteen, joka on aivan liikaa seuraavia vaiheita ajatellen. Määrän kasvu kuitenkin kuuluu asiaan ja sitä voi myös laskea Sculptrisissa automaattisesti tai manuaalisesti. Seuraavan sivun kuvassa 13 on demonstroitu polygonien tiheys yksityiskohdissa ja niiden vähentämisen jälkeinen lopputulos. Määrä on koko objektin polygonien kokonaismäärä.

Tässä vaiheessa objektiin ei vielä tehty tarkempia yksityiskohtia, vaan hahmoteltiin karkeasti lihaksistoa ja muuta anatomiaa. Kun malli oli suunniteltavan muotoinen, se tallennettiin obj-formaattiin, joka on yhteensopiva seuraavassa vaiheessa käytettävän 3D Studio Max -ohjelman kanssa.



KUVA 13: Lähikuva polygonien tiheydestä ennen ja jälkeen niiden vähentämisen.

4.1.2 Skaalaus

Siirron yhteydessä sen geometria käytiin läpi mahdollisten pinnan virheidä, kuten sisäkkäisten ja toisiaan leikkaavien polygonien, varalta. Virheitä ei tässä vaiheessa löytynyt.

Käsi skaalattiin kertoimella vastaamaan todellisen käden kokoa mahdollisimman tarkasti, jotta saataisiin realistinen kuva pinta-alan koosta sekä helpottamaan tulevia vaiheita valaistuksen ja renderöinnin osalta. Apuna käytettiin suurin piirtein oikean käden kokoista laatikkoa, johon mallia verrattiin.

4.1.3 Topologia

Pikaisen skaalauksen ja virheiden tarkistamisen jälkeen objekti siirrettiin Mudboxiin. Maxiin tultaisiin kuitenkin vielä palaamaan, kun geometria ja materiaalit ovat valmiita.

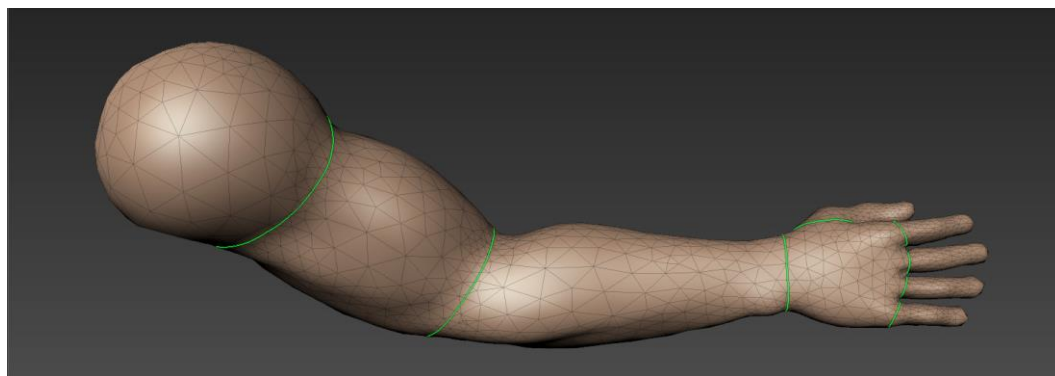
Objektin geometriaa ja sen polygonien muotoa kutsutaan kokonaisuutena topologiaksi. 3D-mallissa haetaan puhdasta ja virtaviivaista topologiaa,

joka sisältää pääasiassa nelikulmaisia polygoneja ja mahdollisimman vähän kolmioita parhaan renderöintituloksen saavuttamiseksi. (Slick 2016.)

Tässä vaiheessa objekti muodostui vielä kolmion muotoisista polygoneista, jonka vuoksi topologian uusiminen oli välttämätöntä. Mallintaminen onnistuisi kolmioinakin, mutta nelikulmioilla saatiin laajemmat muokattavuus- ja jatkokäyttömahdollisuudet.

Topologian uusiminen tarkoittaa alkuperäisen geometrian pohjalta lasketua uutta geometriaa, joka on optimoitu objektin lopullista käyttötarketta silmällä pitäen. Alkuperäinen pinta voi koostua jopa miljoonista polygoneista, mutta sen resursseja vaativan kokonsa vuoksi se ei ole sopiva animaation tai pelin renderöintiä varten. Mudbox tarjoaa tähän valmiin retopology-työkalun, jossa uuden topologian luomista voi ohjata ohjeviivoilla ja tavoitellun polygonimäärän voi asettaa työkalun asetuksista. (DeLa Flor 2013.)

Vanha topologia on kuvattuna alla olevassa kuvassa 14. Myös uutta topologiaa ohjailevat viivat ovat näkyvissä vihreänä.

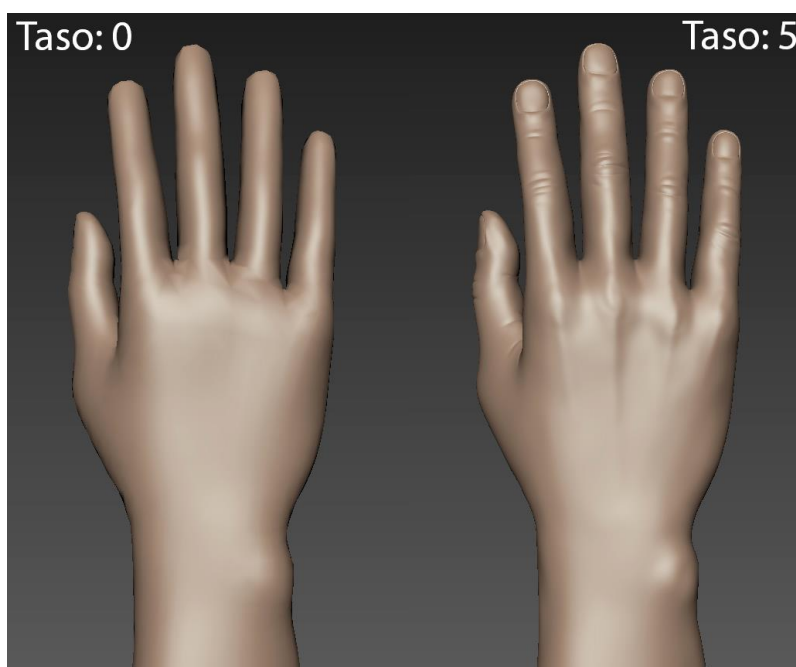


KUVA 14: Vanha kolmioista muodostuva topologia ja uuden topologian ohjausviivat.

Vanha geometria jää talteen piilotettuna uuden tieltä, mikäli tulee tarvetta palata ja tehdä prosessi uudestaan. Prosessin voi uusua missä vaiheessa tahansa.

4.1.4 Yksityiskohtien työstäminen tasoissa

Uusi topologia generoi pinnan lisäksi objektille tarvittavan määrän tasoja, joiden tarkkuus vaihtelee pienimmästä suurimpaan. Tässä tapauksessa prosessi loi tasoja välille 0-5, eli yhteensä kuusi tasoa. Tasojen vaihtelevuus auttaa yksityiskohtien tarkkuuden määrittämisessä. Alempia tasoja voidaan käyttää suurpiirteisempiä muutoksia varten ja korkeampia tasoja tarkkuutta vaativiin muutoksiin. Käytössä oleva taso vaikuttaa myös näkyvän muodon tarkkuuteen, kuten alla olevassa kuvassa 15 on esitetty kämmenselän alueelta. Tasolla 5 polygoneja oli noin 5,4 miljoonaa ja tasolla 0 niitä oli vain noin 5 000. Ero on siis hyvin merkittävä.



KUVA 15: Kämmenselän yksityiskohtien muutos eri tasojen välillä.

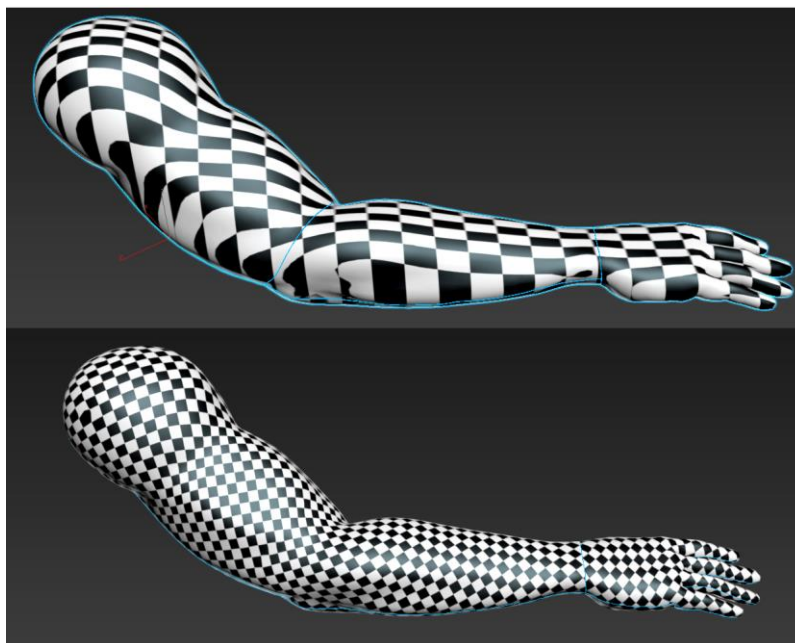
Tässä vaiheessa yksityiskohtien ja lopullisen muodon hakeminen vei paljon aikaa. Realistisen näköisen lopputuloksen saaminen oli yllättävän haastavaa, sillä täytyi ottaa huomioon luiden sijoittelu ja fyysiset rajoitteet. Mudbox tarjoaa yksityiskohtien hiomiselle runsaasti erilaisia veistotyökaluja, sekä sapluunana toimivia stencileitä. Stencileillä pintaan pystyttiin painamaan ihon juonteita muistuttavaa kuviota, jonka avulla saatiin lisää realismia käteen.

Sormien kynnet tehtiin staattisiksi, eli ne ovat pintaa kaivertamalla muotoil-
tuja ja näin osa käden geometriaa.

4.1.5 Mallin materiaali ja kartoitus

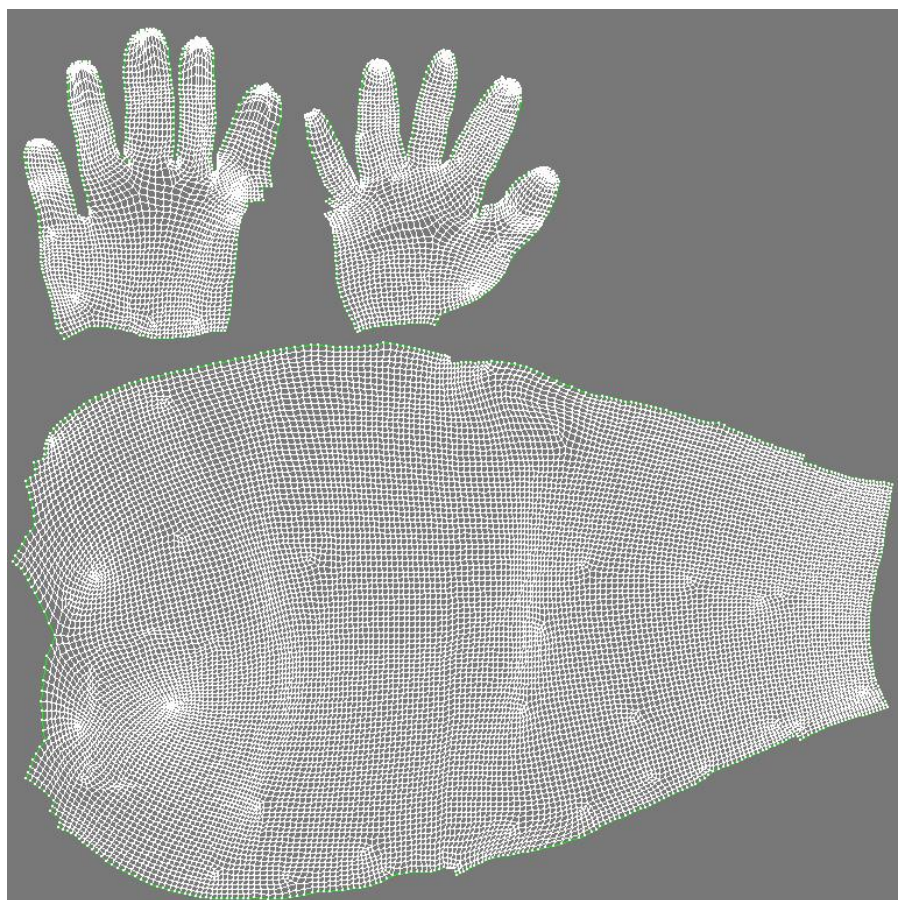
Kun käsi alkoi olla lähes valmis, se täytyi kartoittaa jotta sen pintaa on
mahdollista maalata ja näin luoda sille materiaali. Malli vietiin takaisin 3D
Studio Maxiin kartoitusta varten.

Mallin lopullinen käyttötarkoitus on hyvä pitää mielessä ja saumat tulee va-
lita kulkemaan mahdollisimman huomaamattomassa paikassa. Tässä ta-
pauksessa objektia tullaan tarkastelemaan monista eri suunnista, joten
täysin huomaamatonta paikkaa ei ole. Vähiten huomattaviksi kohdiksi vali-
koitui olka- ja käsivarren alapuoli kyynärpään vierestä ranteeseen. Käm-
menen geometria avattiin leikkaamalla se kahtia vaakatasossa. Ennen
kartoitusta geometriaan projisoitu shakkilautamainen testimateriaali ei tois-
tunut oikein ja siinä oli voimakasta vääristymää. Kartoituksen jälkeen ma-
teriaalin kuvio oli tasaista ja siistiä, kuten alla olevassa kuvassa 16 on de-
monstroitu.



KUVA 16: Käden kartoituksen lähtökohta (yllä) ja lopputulos (alla).

Mallin hyvin orgaanisen muodon vuoksi editorissa näkyvät palat ovat hyvin epämuodostuneen näköisiä, mutta se kuuluu asiaan.



KUVA 17: High-poly-mallin kartoitus UV Editorissa.

Yllä olevassa kuvassa 17 kartoituksessa näkyvät pienet keskittymät johtuvat topologian uudelleenlaskemisesta, joka Mudboxissa tehtiin. Mudboxin topologia-työkalu pakottaa kaikki polygonit nelikulmaisiksi. Näissä kohdissa olleet entiset kolmiot olivat tavalla tai toisella kriittisessä kohdassa ja jakautuivat useaan pieneen nelikulmioon, joka loi epätasaisen näköisen kartoituksen. Polygonien ääriajat, eli edget, sekoittuvat automaattisen topologian vuoksi ja luovat epämääräisen edge flown. Epämääräinen edge flow tarkoittaa spiraalin muotoisia leikkauksia ja suoraa leikkausta onkin lähes mahdoton tehdä. Tämä hankaloittaa kartoitusta ja myöhemmin animaatiota, mutta tässä tapauksessa vaikutus ei ollut kovin suuri. Kartoituksen ja topologian säätäminen manuaalisesti on mahdollista, mutta sitä ei koettu relevantiksi tässä tapauksessa.

4.1.6 Maalaaminen

Kartoituksen jälkeen palattiin takaisin Mudboxiin, johon tuotiin objektille tehdyt UV-kartat. Pinnan maalaaminen tapahtui objektin pintaan 3D-näky-
mässä ja jokainen veto tallentui UV-tasojen mukaisesti automaattisesti
omana materiaalitiedostonaan. Maalaamista tehtiin eri kerroksille säätö-
ominaisuuksien säilyttämiseksi ja lopuksi ne yhdistettiin yhdeksi materiaali-
tiedostoksi, kuten alla olevasta kuvasta 18 käy ilmi.



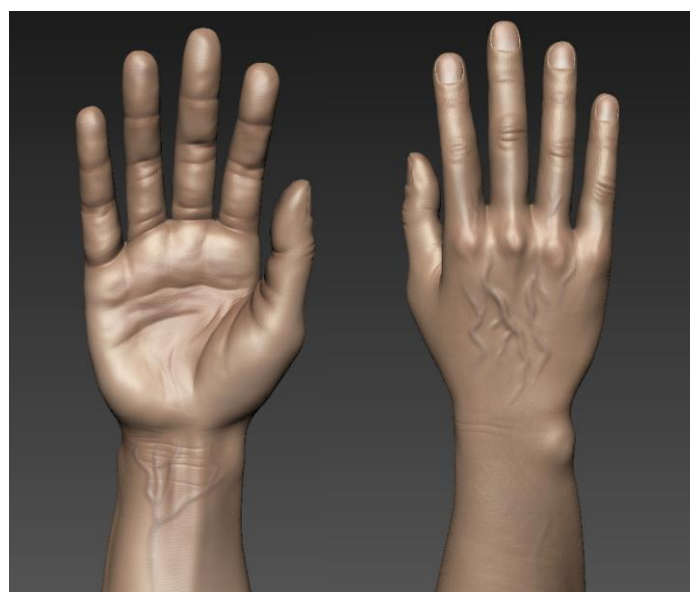
KUVA 18: Käden valmis materiaalitiedosto.

Materiaalitiedosto täytettiin ensin pohjavärillä ja sitten siihen maalattiin yksityiskohtia ja korostuksia. Kartoituksen ja materiaalin luomisen myötä tässä vaiheessa voitaisiin ihon pintaan lisätä esimerkiksi tatuointeja, arpia tai ruhjeita.

Pintaa maalattiin useilla eri sävyillä. Sen varjoja ja korostuksia tuotiin esille muodon tueksi, sekä siihen tehtiin maalaamalla aiemmin mainittua stencil-työkalua käyttäen hieman kevyitä karvoja. Näin sävyeroja ja uskottavuutta saatiin enemmän. Karvoja ei olisi ollut järkevää mallintaa tähän käyttötarkoitukseen, vaikka sekin on mahdollista esimerkiksi Maxista löytyvän Hair & Fur –modifikaattorin avulla. Pintaan lisättiin vielä viimeistelyksi verisuonia ja muuta epätasaisuutta realistisuuden saavuttamiseksi. Valmis malli ja sen yksityiskohtia on esitetty alla olevissa kuvissa 19 ja 20.



KUVA 19: Käsi kokonaisuudessaan.

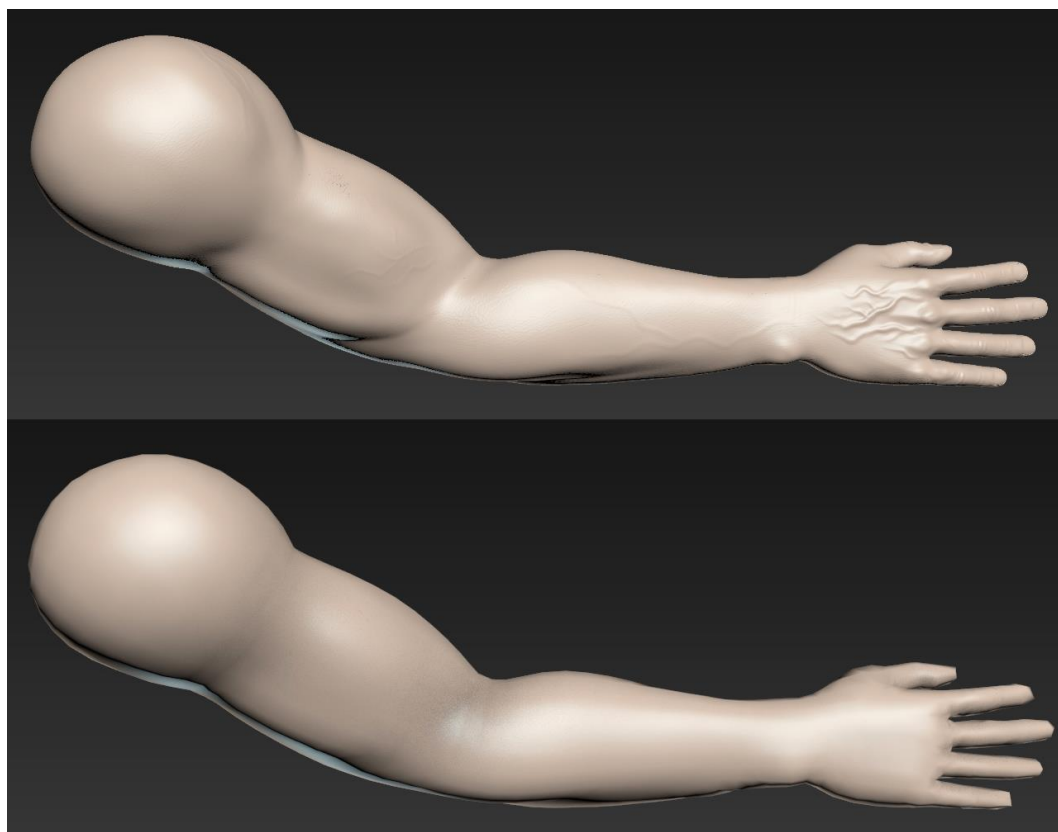


KUVA 20: Kämmen ja kämmenselkä lähikuvissa.

4.2 Low-poly -malli

Polygonien vähentäminen low-poly-mallin luomiseksi topologia täytyi uusida jälleen kerran. Mallin olemassa olevan 0-tason polygonimäärä, noin 5 000, oli aivan liian suuri pelissä reaaliaikaisesti renderöitäväksi grafiikaksi. Ensimmäisellä kerralla tehty topologia ja sen 0-taso olisi ollut riittävä, mikäli topologiaa tehtäessä tavoiteltu polygonitaso olisi asetettu riittävän alhaiseksi.

Topologia uusittiin ja tällä kertaa polygonien määrä putosi reiluun tuuhanteen, joka sekin saattaa useissa tapauksissa olla liikaa. Mallin muoto vääristyi rajusta muutoksesta useissa kohdissa, joten sitä täytyi muokata manuaalisesti Maxissa polygoneittain. Lopulta saatiin alla olevan kuvan 21 mukainen malli. Seuraavassa vaiheessa generoidut tekstuurit saataisiin nyt paremmin yhteensopiviksi yksinkertaistetun mallin kanssa.



KUVA 21: Vanha ja uusi topologia.

4.2.1 Tekstuurit

Topologian uusimisen vuoksi malli menetti kaikki yksityiskohtansa, kuten kuuluukin. Tekstuurien avulla yksityiskohdat saatiin kuitenkin siirrettyä yksinkertaiseen malliin. Tähän työhön tekstuureita generoitiin kolme: ambient occlusion, normal map ja displacement map. Nämä yhdessä vaikuttavat lopullisen renderöintituloksen uskottavuuteen huomattavasti vaikka objekti itsessään onkin nyt hyvin yksinkertaistettu. Kuvassa 22 on malliin generoitu ambient occlusion –tekstuuri.



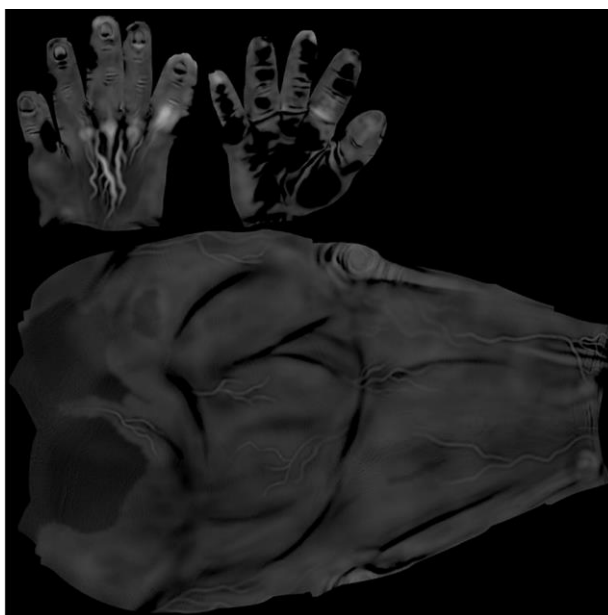
KUVA 22: Mallin valmis ambient occlusion -tekstuuri.

Tekstuurien generoiminen tapahtui nopeasti ja tehokkaasti mallin yksinkertaisuuden ansiosta. Tekstuurit toivat esille hienovaraisia detaljeja, mutta näin yksinkertaisessa mallissa ne eivät aivan päässeet täyteen potentiaaliinsa.

Normal mapin vaikutukset ovat melko pieniä tässä tapauksessa, kuten alla oleva kuva 23 osoittaa. Se korostaa low-poly-mallissa ryppyjä ja ihon pintaan tehtyä ihosolukkoa.



KUVA 23: Normal map -tekstuuri on hyvin tasainen.

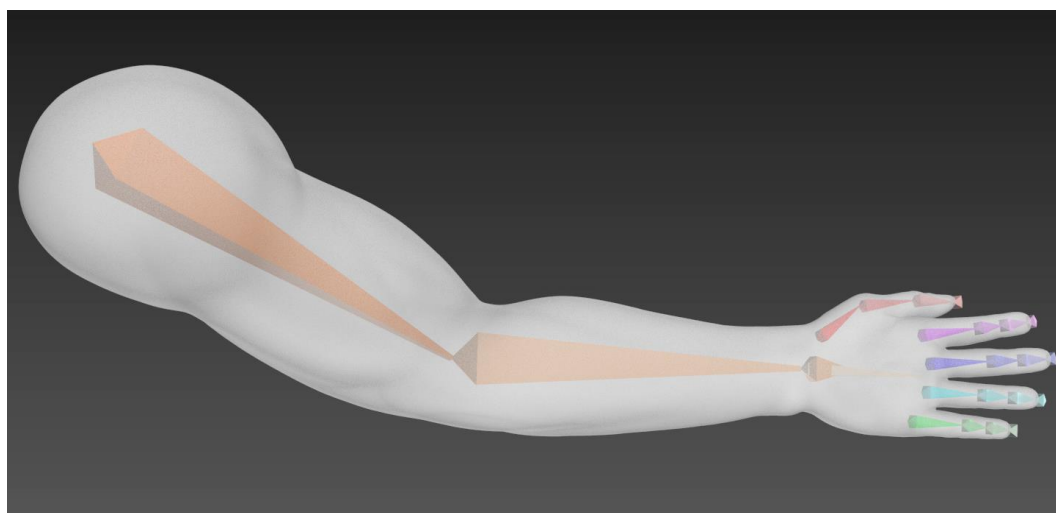


KUVA 24: Mallin valmis displacement map -tekstuuri.

Tässä työssä Displacement map lisättiin malliin vain yksittäisiä kuvia renderöitäessä, mutta ei animaatioon sen kuormittavan ominaisuutensa vuoksi. Yllä olevassa kuvassa 24 on esitelty mallin Displacement map, jonka vaikutukset näkyvät kaikista voimakkaimmin.

4.2.2 Luiden lisääminen

Tekstuurien ja materiaalien lisäämisen jälkeen malliin lisättiin luujärjestelmä, jotta mallia voitaisiin animoida myöhemmin. Tässä vaiheessa tekemistä helpotti työn realistisuus ja luiden sijoittelu voitiin päätellä ihmisen anatomian mukaisesti, kuten alla olevasta kuvasta 25 näkyy.



KUVA 25: Mallin luujärjestelmä röntgennäkymässä.

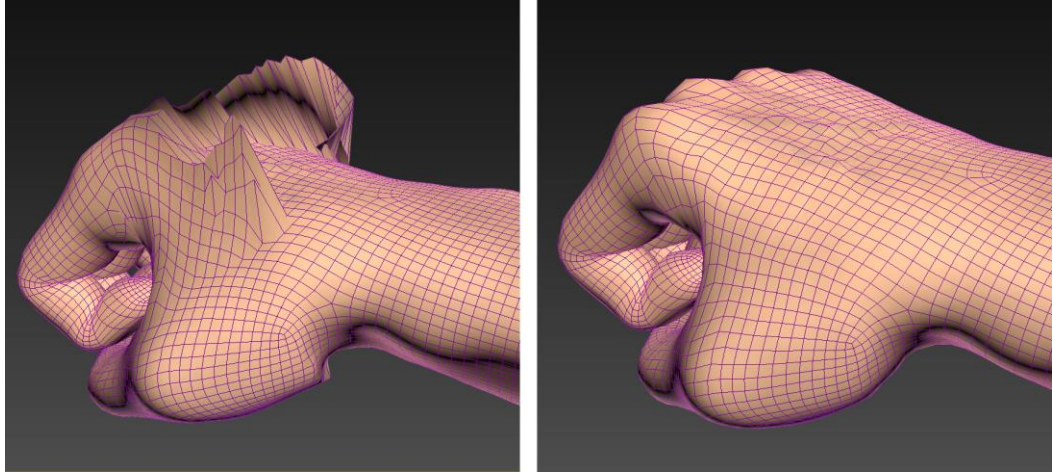
Tässä työssä käytettiin käänteistä kinematiikkaa olkapään ja ranteen välillä, jotta käsi liikkuisi helpommin eteen ja taakse. Näin saatiin käsi taipumaan kyynärpästä luonnollisen näköisesti. Käänteistä kinematiikkaa voisi hyödyntää myös esimerkiksi sormien taivuttamisessa, mutta tässä tapauksessa niihin tehtiin controllerit erikseen.

4.2.3 Iho

Luiden kinematiikan jälkeen niille määriteltiin iho ja sen kuori. Olka- ja käsi-varren osalta iho seurasi luiden liikettä hyvin ilman sen suurempia toimenpiteitä.

Vastaan tuli kuitenkin muutamia kohtia joissa vääristymä oli erittäin voimakasta. Tämä johtui pääasiassa korkeasta polygonimäärästä. Mallin topologiaa ei kuitenkaan lähdetty enää tässä vaiheessa uusimaan, joten vääristymät oli korjattava käsin. Suurimmat ongelmat vääristymien kanssa oli

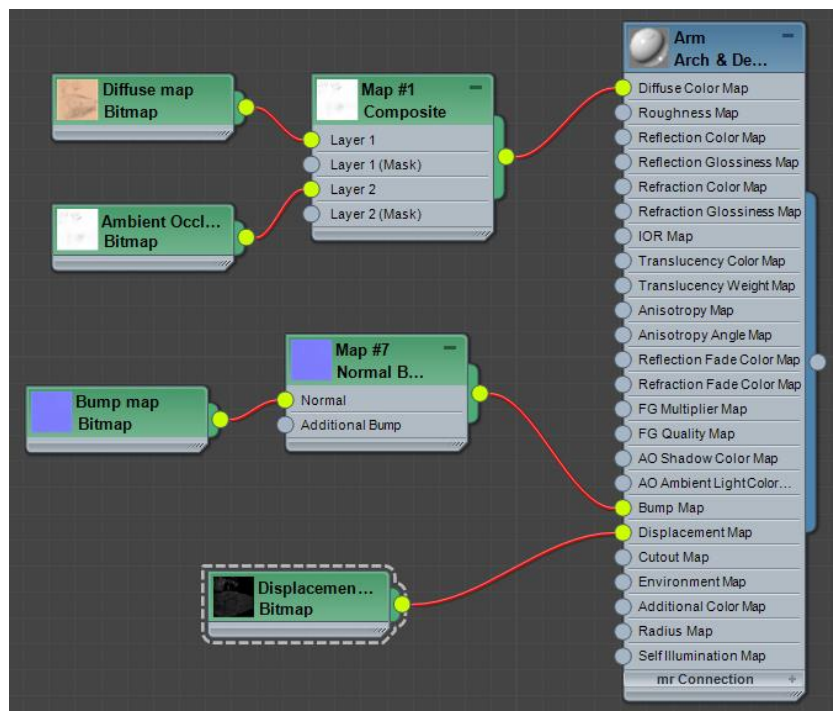
ranteessa ja rystysten kohdalla, jonka muokkaaminen ja sen tulos on kuvattuna alla olevassa kuvassa 26. Polygoneihin vaikuttavien voimien säätäminen vei oman aikansa, joten topologia olisi kannattanut tehdä uudelleen aiemmassa vaiheessa.



KUVA 26: Rystysten voimakas vääristymä vasemmalla ja korjattu versio oikealla.

4.2.4 Renderöinti ja lopullinen tuote

Ihon käsittelyn jälkeen malli oli valmis. Tekstuurit lisättiin materiaalieditorissa malliin niille tarkoitettuihin kanaviin alla olevan kuvan 27 mukaisesti.



KUVA 27: Kaikille tekstuureille on oma paikkansa materiaalin kanavissa.

Käden ympärille luotiin vaatimaton skene, joka sisälsi taustakankaan ja valospotteja renderöitävän lopputuloksen demonstroimiseksi. Kuvien renderöiminen kesti useita tunteja kuvaa kohden, sillä kuvien laatuasetukset laitetiin huippuunsa. Käsi kuvattiin useista eri suunnista, kuten alla olevasta kuvasta 28 käy ilmi.



KUVA 28: Renderöity kuva lopullisesta low-poly-mallista.

Tekstuurit toistuvat low-poly-mallin pinnassa melko hyvin. Yksityiskohtia karsiutui hieman, vaikka polygoneja on melko runsaasti. Tarkoitukseensa nähden työn tulos on riittävä.

5 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutkia pelimallintamisessa käytettyjä tekniikoita ja mallien optimoimista sujuvaa prosessointia varten. Pelaajien asettamat vaatimukset pelin grafiikalle ja nopeatempoiselle reaaliaikarenderöinnille tuovat haasteita mallien laadun suhteen. Mallien tulee olla visuaalisesti näyttäviä, mutta kuitenkin kevyitä prosessoitavia.

Työssä tehtiin ensin viimeistely ja hyvin paljon polygoneja sisältävä high-poly-malli, jota voidaan käyttää esimerkiksi lähikuvissa ja mainosgrafii-kassa mikäli tuotetta on tarve tarkastella läheltä. High-poly-mallin pohjalta rakennettiin topologiaa muuttamalla kevyempi low-poly-malli. Kevyempään malliin lisättiin alkuperäisen mallin yksityiskohdista generoidut tekstuurit, jotka luovat illuusion viimeistellystä mallista, mutta joka on silti kevyt prosessoitava.

Malliin laitettiin lopuksi myös luut, jotta sitä voitaisiin animoida. Animaation kannalta oleellista oli myös säätää mallin pintaa sopivaksi, jotta se pysyisi mukana luiden liikkeessä. Tämä vaihe vei huomattavan paljon aikaa, sillä aikaisemmin mallille tehty topologia oli vieläkin hieman liian korkea polygonitasoltaan ja ihon ominaisuuksia jouduttiin säätämään käsin paljon esimerkiksi rystysien ja sormien kohdalta.

Työ onnistui suhteellisen hyvin aiempien tietojen perusteella. Tavoitteen päästiin ja mallista saatiin toimiva animaatioineen. Työ oli monipuolinen vaiheiltaan ja sen tekeminen oli opettavaista. Muutamassa kohdassa tuli ongelmia, mutta ne saatiin ratkottua. Uudelleen tehtäessä polygonimäärään low-poly-mallin luomisessa tulisi kiinnittää enemmän huomiota ja rakentaa malli manuaalisesti high-poly-mallin pohjalta.

Virtuaalitodellisuuden, sekä lisätyn todellisuuden lisääntyessä 3D-mallintamisen tarve kasvaa tulevaisuudessa huomattavasti. Myös yhä useammat pelit ja elokuvat nojaavat 3D-mallintamalla luotuun grafiikkaan. Tässä työssä käytetyt tekniikat ovat varmasti osa myös tulevaisuuden mallintamista, minkä vuoksi niitä oli tärkeää tutkia tarkemmin.

LÄHTEET

Autodesk Inc 2016. Autodesk Knowledge Network: Inverse Kinematics (IK) [viitattu 28.3.2017]. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files/GUID-395E6B03-C60A-457D-A4BE-ED98380CFC55-htm.html>

Autodesk Inc 2016. Why Use High- vs Low-polygon modeling? [viitattu 24.3.2017]. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/3PP-3DMAX-ESS-Wiley/files/GUID-7CD9AF82-0FB2-48ED-8F5F-12CD5289753B-htm.html?v=2016>

Autodesk Inc 2017. Autodesk Knowledge Network: About The Bones System [viitattu 28.3.2017]. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files/GUID-395E6B03-C60A-457D-A4BE-ED98380CFC55-htm.html>

Autodesk Inc 2017. Autodesk Knowledge Network: About the Skin Modifier [viitattu 28.3.2017]. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/3DSMax/files/GUID-5C7FB2B6-5CD6-461D-8E56-03D153E80145-htm.html>

Autodesk Inc 2017. Autodesk Knowledge Network: Animation Concepts and Methods [viitattu 12.4.2017]. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/3DSMax/files/GUID-7F6CB5D0-A5DF-4FFC-857F-A2675C0489E7-htm.html>

Autodesk Inc 2017. Autodesk Knowledge Network: Displacement map [viitattu: 27.3.2017]. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/sup->

[port/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files/GUID-14B36287-F9FB-4D92-98D3-A95D100DA296-htm.html](https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files/GUID-14B36287-F9FB-4D92-98D3-A95D100DA296-htm.html)

Autodesk Inc 2017. Autodesk Knowledge Network: Normal mapping [viitattu: 27.3.2017]. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/flame-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Flame/files/GUID-1A2F6A6D-F2A1-4BE7-8B36-1D2F1773DB2F-htm.html>

Autodesk Inc 2017. Autodesk Knowledge Network: Unwrap UVW Modifier [viitattu 31.3.2017]. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files/GUID-EA10E59F-DE7F-497E-B399-6CF213A02C8D-htm.html>

Autodesk Inc 2017. Mudbox 2014: Ambient Occlusion Maps Overview [viitattu 7.4.2017]. Saatavissa: http://download.autodesk.com/global/docs/mudbox2014/en_us/index.html?url=files/QuickStart.htm,topicNumber=d30e1341

Autodesk Inc 2017. Mudbox 2014: Displacement Maps Overview [viitattu 7.4.2017]. Saatavissa: http://download.autodesk.com/global/docs/mudbox2014/en_us/index.html?url=files/QuickStart.htm,topicNumber=d30e1341

Autodesk Inc 2017. Mudbox Overview [viitattu 24.3.2017]. Saatavissa: <http://www.autodesk.com/products/mudbox/overview>

Blender Inc 2017. Blender 2.78 Manual: Render Baking [viitattu: 28.3.2017]. Saatavissa: https://docs.blender.org/manual/es/dev/render/blender_render/bake.html

DeLa Flor, M. 2013. Review: Autodesk Mudbox 2014, New Retopology Workflow Looks Great But Isn't Finished [viitattu 24.3.2017]. Saatavissa: <http://www.studiodaily.com/2013/08/review-autodesk-mudbox-2014-2/>

Derakshani, R. L. & Derakshani, D. 2011. Autodesk 3ds Max 2012 Essentials. Sybex.

IGN 2017. History of First Person Shooters [viitattu 10.4.2017]. Saatavissa: <http://uk-microsites.ign.com/history-of-first-person-shooters/>

IGN 2017. Grand Theft Auto 5: A New Perspective [viitattu 10.4.2017]. Saatavissa: <http://www.ign.com/articles/2014/11/04/grand-theft-auto-v-a-new-perspective>

Pagan, T. 2001. Efficient UV mapping of complex models [viitattu 24.3.2017]. Saatavissa ProQuest –tietokannassa: <http://search.proquest.com/docview/219034737/>.

Pixologic Inc 2017. Sculptris Features [viitattu 21.3.2017]. Saatavissa: <http://pixologic.com/sculptris/features/>

Pluralsight 2015. Which Game Engine Should I Choose? [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/unity-udk-cryengine-game-engine-choose>

Purch 2017. TopTenReviews: Autodesk 3ds Max 2014 [viitattu 31.3.2017]. Saatavissa: <http://www.toptenreviews.com/software/multimedia/best-3d-animation-software/autodesk-3ds-max-review/>

Renderosity 2017. Review: Autodesk's Mudbox 2016 [viitattu 31.3.2017]. Saatavissa: <http://renderositymagazine.com/review-autodesks-mudbox-2016-cms-168>

Retro Spirit Games 2013. Special Feature – Doom – 20 years on & still going strong! (Part 1) [viitattu 21.3.2017]. Saatavissa: <http://www.retrosprite-games.co.uk/2013/02/special-feature-doom-20-years-on-still.html>

Slick, J. 2016. Topology in 3D Animation [viitattu 24.3.2017]. Saatavissa: <https://www.lifewire.com/topology-in-3d-animation-2181>

Summers, D. 2004. Texturing: Concepts and Techniques. Charles River Media / Cengage Learning.

Techopedia 2017. First Person Shooter (FPS) [viitattu 21.3.2017]. Saatavissa: <https://www.techopedia.com/definition/241/first-person-shooter-fps>

Techopedia 2017. Software: Engine – What does engine mean? [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <https://www.techopedia.com/definition/24155/engine>

Unity Technologies 2017. Documentation: Occlusion Map [viitattu 27.3.2017]. Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/StandardShaderMaterialParameterOcclusionMap.html>

Unity Technologies 2017. Documentation: Normal Map (Bump mapping) [viitattu: 27.3.2017]. Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/StandardShaderMaterialParameterNormalMap.html>

Ward, J. 2008. Game Career Guide: What is a Game Engine? [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: http://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game_engine.php

