

Max Einolander

REALISTISTEN, REAALIAIKAISTEN JA PELIVALMIIDEN HIUSTEN KEHITTÄMI- NEN 3D-PELIHAHMOLLE

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Peliohjelmoinnin koulutus

2024



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Max Einolander
Työn nimi	Realististen, reaaliaikaisten ja pelivalmiiden hiuskorttien kehittämisen 3D-pelaajahahmolle
Toimeksiantaja	Xamk GameLab
Vuosi	2024
Sivut	77 sivua
Työn ohjaaja(t)	Pekka Vilpponen

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee 3D-pelihahmon hiuksia ja niiden kehittämistä. Opinnäytetyössä 3D-pelihahmon hiukset luotiin käyttäen Blender-ohjelmaa. Koska hius-3D-peligrafiikka on kehittynyt vuosikymmeninä 3D-peligrafiikassa ja siihen käytetyt työkalut ja tekniikat ovat kehittyneet, on hyödyllistä määrittää, kuinka hiuksia pelihahmoille kannattaa luoda. Opinnäytetyön päätavoitteena on selvittää, voidaanko Blenderillä luoda realistiset, pelivalmiit hiukset reaaliaikaisesti. Hiukset luotiin geneeriselle 3D-mallille.

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena tutkimuksena. Työn aikana tutkittiin videopeligrafiikan historiaa sekä nykyaikaisia hiusgrafiikkoja peleissä. Tavoitteena oli ymmärtää, miten grafiikkoja on luotu ennen ja miten niitä nykyään luodaan. Työssä tutkittiin julkaistujen, modernien pelien grafiikkoja. Grafiikkoja käytettiin toteutusvaiheessa pohjana sille, miltä luotavien hiusten kuuluisi näyttää.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin aikaan pelivalmis, hiuskortteja käyttäen luotu hiustyyli. Hiusten luonnissa käytettyä Blender-ohjelmaa käsitellään työn teoreettisessa osiossa. Hiusten luomisprosessi suunnittelusta toteutukseen on kuvattu työn toteutusosiossa.

Tulokset osoittavat, että Blenderiä voidaan käyttää realististen, reaaliaikaisten ja pelivalmiiden hiusten luomiseen, sillä suunnitellut hiukset saatiin toteutettua. Kuitenkin hiusten luomisessa käytettävät työtavat voivat olla työläämpiä verrattuna työkaluihin, joita pelialalla yleisemmin käytetään hiusten luontiin. Blender siis voi tilannekohtaisesti sopia hiuskorttahiusten luomiseen 3D-pelihahmoille.

Asiasanat: hiukset, peli, grafiikka

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Max Einolander
Thesis title	Realistic, realtime and game-ready haircards development for a 3D player character
Commissioned by	Xamk GameLab
Time	2024
Pages	77 pages
Supervisor	Pekka Vilpponen

ABSTRACT

This thesis studies the creation of 3D video game characters' hair. The hair of the character was created using Blender. Because 3D hair graphics in video games have improved in the past decades and the tools used to create it have developed, it's useful to determine how video game hair should be created. The main objective of this thesis is to find out whether Blender is a suitable application for creating real time hair that is realistic and game ready. The hair was created for a generic 3D model.

The thesis had a productive research method. Video game graphics' history and modern hair graphics were studied during the thesis. The goal was to understand how hair graphics were created in the past and how they should be created nowadays. The thesis studied the graphics of modern games' graphics. The graphics were used in the productive stage of the thesis as a foundation for what the hair should look like.

The result of the thesis was a game ready hairstyle made using hair cards. The program used for the hair creation, Blender, is covered in the theoretical section. The creation process from planning to implementation has been described in the implementation section.

The results suggest that Blender can be used for creating realistic, real time and game ready hair on the basis that the planned hair was able to be created. However, the methods used in Blender may be ineffective compared to other tools.

Keywords: hair, game, graphics

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TUTKIMUSASETELMA	7
2.1	Opinnäytetyön tavoite	7
2.2	Tutkimusongelma ja -kysymykset	8
2.3	Tutkimuksen lähtökohta.....	9
2.4	Tutkimusote	9
2.5	Hiusten luonnin ongelmat	10
2.6	Aineiston hankinta	10
3	TEOREETTINEN VIITEKEHYS	10
3.1	Hiusten merkitys PC-videopelihahmon grafiikoissa	11
3.2	Hiusten evoluutio videopeleissä.....	12
4	BLENDER.....	13
4.1	Yleisnäkymä	13
4.2	Hiustenluonnissa käytetyt työkalut.....	14
5	ERILAISET HIUSTYYLIT.....	16
6	ERILAISET HIUSGRAFIKKATYYLIT.....	17
7	ERILAISET HIUSTEN TOTEUTUSTAVAT.....	20
7.1	Hiuskortit ja kiinteät hiukset	20
7.2	Noodihiukset.....	25
8	TERMIT	26
9	HIUKSET 3D-PELIN GRAFIIKOISSA.....	29
9.1	Baldur's Gate 3.....	31
9.2	Muut pelit.....	34
10	HIUKSET JA PELIN SUORITUSKYKY.....	35
11	MITÄ REALISTISUUS TARKOITTA VIDOPELEISSÄ?	36
	Baldur's Gate 3:n hiukset	36
	GTA V:n hiukset	36

12	TOTEUTUS	37
12.1	Hiusstylin suunnittelu	37
12.2	Blender-projekti.....	39
12.3	Hiuskorttikerrokset	43
12.4	Hiuskorttien tekstuurit	46
12.5	Tekstuurien lisääminen hiusmateriaaliin	52
12.6	Hiuskorttien asettelu	58
13	TULOKSET.....	69
13.1	Hiusgrafiikan luonti	70
13.2	Optimointi	71
14	POHDINTA.....	71
	LÄHTEET.....	75

1 JOHDANTO

3D-pelien grafiikat ovat kehittyneet nopeasti. Pelimaailmoista on tullut yhä monimutkaisempia, yksityiskohtaisempia ja realistisempia. Näin on luonnollisesti käynyt myös pelihahmoille. Tämä opinnäytetyö sisältää humanoidien videopelihahmojen grafiikat ja erityisesti niiden hiukset. Termejä ”humanoidi hahmo” ja ”hahmo” käytetään tässä opinnäytetyössä toistensa synonyymeinä.

Hahmon luonteesta tarinassa voidaan sanoa paljon jo pelkästään hahmon ulkonäön perusteella. Joissain tapauksissa videopelihahmojen hiukset muokkaavat hahmojen visuaalista ilmettä merkittävästi. Esimerkiksi päähenkilöllä voi olla sotkuiset hiukset, mistä voidaan päätellä, että hänellä on huoleton persoonallisuus. Pelihahmon hiukset voivat myös viestiä esimerkiksi hänen kulttuuritaustastaan ja näin tehdä hahmosta samaistuttavan joillekin pelaajille. Näin ollen oikein tehdyt hiukset voivat tehdä koko pelikokemuksesta paremman. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää, kuinka tällaiset hiukset on tehty videopelisiin, sekä selvittää, voiko Blenderillä tehdä samantasoisia hiuksia kuin sovelluksilla, joita eniten käytetään peliteollisuudessa.

Videopelihahmot voivat tarjota erilaisia kokemuksia pelaajalle, muitakin kuin hyvä tunne silloin, kun hän voittaa pelin. Hyvä hahmonsuunnittelu auttaa pelaajaa uppoutumaan peliin, mikä voi johtaa erilaisiin positiivisiin asioihin.

Hahmojen hiusgrafiikat vaikuttavat käyttäjäkokemukseen. User Experience, UE, tai käyttäjäkokemus on termi, jota käytetään siitä, kuinka pelien loppukäyttäjät, tai pelaajat, kokevat pelin. Monet asiat vaikuttavat pelaajan pelikokemukseen kyseisestä pelistä. Käyttäjäkokemuksen suunnittelu on oleellinen osa videopelien suunnittelua ja sisältää myös grafiikat. Käyttäjäkokemuksen on oltava hyvä, jotta peli on onnistunut.

GameLab

GameLab on Xamkin yksikkö. Xamk on lyhenne Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulusta. Yksikön tarve opinnäytetyölle juurtaa heidän uteliaisuuteensa ja opetustavoitteisiinsa. Koska heillä on tarve kehittää sekä yleistä että käytännön tietämystä hiusten luonnista 3D-pelihakmoille, tämä opinnäytetyö tarjoaa selkeän dokumentaation siitä, miten ja miksi hiuksia luodaan 3D-pelaajahahmoille.

2 TUTKIMUSASETELMA

Työ on toteutusdokumentti hiusten luomisesta 3D-pelihakmolle. Hiukset luotiin Blender-nimisessä ohjelmassa. Blender valittiin toimeksiantajan toiveesta. Työssä luotiin yhden hiukset 3D-pelihakmolle.

2.1 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyössä toteutettiin pelivalmiit hiuskorttahiukset 3D-pelihakmolle. Hiuskorttahiusten kehitys sisälsi työvaiheet aina suunnittelusta toteutukseen. Hiuskorttahiusten toteutusvaihe sisälsi haasteita ja tilanteita, jotka vaativat kaukokatseisuutta myöhempien vaiheiden onnistumista varten. Lopulta hiuskorttahiusten kehitysprosessissa tärkeintä oli, että lopputulos oli pelivalmis eli hyvin optimoitu geometria sekä tekstuureineen.

Opinnäytetyön tavoite ja tutkimusasetelma päätettiin edellä mainituin perustein. Tavoitteena oli selvittää toimeksiantajalle, kuinka 3D-pelihakmojen hiuksia on tehty ennen ja kuinka niitä kannattaisi tehdä nykyään. Hiustenluontatapoihin on saattanut vaikuttaa muuttuvat trendit ja kehittyvä teknologia. Tämä opinnäytetyö keskittyy hiustyyliin, jotka ovat mahdollisimman realistisia. Tämä opinnäytetyö vertailee erilaisia moderneja työkaluja ja -tapoja, joita voidaan käyttää hiustyylin luomisessa. Työn aikana toteutetaan pelivalmiit hiukset hahmolle. Suunnitteluvaiheessa hyödynnetään opinnäytetyön kirjoittajan aiempaa kokemusta sekä lähteistä saatua tietoa.

2.2 Tutkimusongelma ja -kysymykset

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kuinka 3D-pelihakmolle voidaan kehittää pelivalmiit ja realistiset hiukset reaaliaikaisesti. Opinnäytetyössä tutkittiin myös, kuinka hiuksia on tehty ennen ja kuinka niitä tehdään nykyään. Toisin sanottuna työn tutkimusongelma voidaan rajata pelivalmiiden, realististen ja reaaliaikaisten hiuksien kehittämiseksi mille tahansa 3D-pelihakmolle nykyajan peleihin.

Opinnäytetyö pyrkii osana tutkimusta vastaamaan ennalta määritettyihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimuskysymyksiä on kolme. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Mitä tekniikoita on olemassa pelaajahahmon hiuksien luontiin ja mihin niitä on käytetty?

Pelinkehityksessä on varmasti käytetty monenlaisia tapoja luoda hiukset 3D-pelihakmoille. On hyödyllistä selvittää, mitä nämä tavat ovat ja minkälaisissa peleissä hiuksia on käytetty. Hiustenluontitavan valinta on tärkeä osa hiusten suunnittelua, sillä se vaikuttaa pelin suorituskykyyn ja hiusten ulkonäköön.

2. Mitkä ovat kunkin luontitavan hyödyt ja haitat?

Hiusten kuuluu näyttää realistiselta, mutta niiden on lisäksi oltava valmiit käytettäväksi pelissä. Vääränlaisen hiustenluontitavan valinta ei edistä luotavien hiusten realistisuutta tai pelivalmiutta.

3. Miten työkalulla luodaan reaaliaikaiset hiuskortit 3D-pelihakmolle?

Käytetty työkalu tarjoaa monia mahdollisuuksia luoda hiukset 3D-pelihakmolle. Työkaluun saattaa olla olemassa lisäosia, jotka helpottavat hiusten luontia.

Selvittämällä vastaukset tutkimuskysymyksiin voidaan tutkimusongelmaa käsitellä tarkemmin. Esimerkiksi hiustenluontitapojen hyötyjä ja haittoja voidaan vertailla tuotetun hiustyylin arvioinnissa.

2.3 Tutkimuksen lähtökohta

Tämä opinnäytetyö lähestyi aihetta kymmenien tuntien etukäteistiedolla. Tieto oli hankittu tutkimalla, testaamalla ja projektityöllä. Opinnäytetyön alkuvaiheessa esitettiin useita kysymyksiä, minkä lopputuloksena opinnäytetyö suuntaa UX:än ja syihin siitä, miksi hiukset on tehty juuri niin kuin ne on tehty. Esimerkiksi, jos koskaan on ollut yksi ja kaikista suosituin tapa tehdä hiuksia, onko se ollut UX:n takia? Tämä opinnäytetyö lähestyy tapoja luoda hiustyylit, tavoitteenaan sen määrittely, voidaanko Blenderiä käyttää samanlaiseen työnkulkuun.

Aiempiä tutkimuksia on tehty, ja niissä on selvitetty, millaiset työkalut sopivat parhaiten hiusten luomiseen ja erityisesti hiuskorttien luomiseen. Tämä opinnäytetyö perustuu näihin opinnäytetöihin, kokeilemiseen sekä Blenderin dokumentaatioon ja muihin samanlaisiin lähteisiin. Lopulta tämän opinnäytetyön sisältö kuvaa prosessin, jossa luodaan realistinen hiustyylit Blenderiä käyttäen niin, että voidaan ymmärtää konkreettisesti, miten realistinen hiustyylit voidaan luoda pelihahmolle.

2.4 Tutkimusote

Opinnäytetyön tutkimusote on toiminnallinen eli produktiivinen tutkimus. Toiminnallisen projektin taustalla on toimeksianto yritykseltä, tässä tapauksessa GameLabilta. Toiminnallinen tutkimus johtaa käytettävään tuotokseen eli tässä opinnäytetyössä pelihahmon hiuksiin. Toiminnalliselle tutkimukselle ominaista on lisäksi opetusta edistävän tiedon tuottaminen sekä iteratiivinen kehittäminen. Työtä arvioidaan jatkuvasti tutkimusprosessin edetessä ja kehittäjän tietojen syventyessä. (Tuomi 2022.)

Opinnäytetyössä tuotetaan toimeksiantajalle pelivalmiit, realistiset hiukset 3D-pelihahmolle. Hahmolla tässä opinnäytetyössä kuvataan ihmistä tai humanoidia hahmoa pelissä.

2.5 Hiusten luonnin ongelmat

Pelihahmojen hiukset ovat tuottaneet vaikeuksia pelikehityksessä, jopa niin, että hahmot on voitu jättää kaljuiksi. Kuitenkin hiukset ovat tärkeä osa hahmon suunnittelua, ja hiusten toteutuksen voisi olettaa olevan yhtä helppoa kuin muunkin hahmon grafiikan. Nykypäivänä on olemassa työkaluja, joilla voidaan luoda realistisempia hiuksia kuin ensimmäisissä videopeleissä.

Pelihahmon hiukset vaikuttavat pelaajakokemukseen. Realistiset ja hyvin tehdyt pelihahmon hiukset voivat saada positiivista huomiota. Näin ollen voidaan sanoa, että hiukset ovat olleet ongelmallinen osa 3D-hahmon luontia. (Why Hair In Video Games Is So Hard To Do Well 2021.)

2.6 Aineiston hankinta

Aineistonkeruun tarkoituksena on kerätä materiaalia tutkimusongelman ratkaisua varten. Aineisto koostuu primäärisestä ja sekundäärisestä materiaalista. Työhön kerättävä primäärinen materiaali sisältää olemassa olevien, nykyaikaisten pelien havainnoinnin sekä muistiinpanojen teon. Havainnot tehdään alustavasti olettamusten perusteella siitä, miten pelin hiukset on luotu. Strukturoimatonta havainnointia käytetään opinnäytetyön produktio-osan suunnittelu- vaiheessa.

Työn sekundäärinen aineisto koostuu olemassa olevista dokumenteista. Esimerkiksi opinnäytetyöt ja muu materiaali toimii työn sekundääriaineistona. Aineisto koostuu digitaalisista lähteistä, kuten verkkojulkaisuista.

3 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Teoreettinen viitekehys rajaa työn laajuuden. Tämä opinnäytetyö tutkii pelimaailman hiustyylejä keskittyen vain 3D-pelien hiustyyleihin ja erityisesti realististen hiusten luomiseen. Työn aihe sisältää näin ollen 3D-työkaluja ja hiustenluontitapoja.

Termi realistinen on määritelty seuraavassa luvussa. Ensisijaiset näkökulmat aiheiden tutkimiselle ovat UX ja estetiikka. Myös trenditeoriaa käytetään, jotta

saadaan konkreettinen ymmärrys videopeligrafiikoista arvioimalla 3D-videopelihahmojen menneisyyttä, nykyaikaa ja tulevaisuutta.

3.1 Hiusten merkitys PC-videopelihahmon grafiikoissa

Tämä opinnäytetyö keskittyy PC:llä pelattavien videopelien grafiikoihin. Videopelihiusten graafinen suunnittelu voi toimia tarinankerrontatyökaluna. Pelaajalle voi olla tärkeää samaistua hahmoon. Ensivaikutelmat videopelihahmoista voidaan tehdä niiden ulkonäön perusteella. Videopelihahmon hiukset luonnollisesti vaikuttavat tähän.

Hahmon hiukset voivat esittää hahmon ominaisuuksia, kuten heidän taustatarinaansa. Hahmon kehittyminen pelin aikana voi olla tärkeää pelikokemukselle ja sitä voidaan näytellä hahmon fyysisessä ulkonäössä.

Videopelihahmon hiustyylin valintaa voidaan käyttää lisäksi kommunikoimaan esimerkiksi hahmon etnistä taustaa. Esimerkiksi afrikkalaistyylliset hiukset ovat usein kiharat ja tummanväriset (Diversity of Hair Types 2015).

Kuten Ivănescu (2020) kertoo, videopelihahmon hiukset ovat hänen identiteettinsä. Hahmon hiukset voivat ensinäkömältä vaikuttaa esteettiseltä valinnalta. Kuitenkin kuten Ivănescu (2020, 2) huomauttaa, hiustyyli voi kommunikoida hahmon piirteitä laajemmin. Esimerkiksi vaaleahiuksinen hahmo voidaan nähdä viattomana, kun taas ruskeahiuksinen hahmo voidaan nähdä ”jokamiehenä” eli tavallisena hahmona. Näin ollen hiusten värin symbolismi voi auttaa tekemään hahmosta realistisen ja auttaa tarinankerronnassa.

Peleissä voidaan esittää erilaisia etnisyyksiä. On tärkeää, että ne esitetään ilman stereotyyppejä. Kuten Hair types according to ethnicity -internetsivulla (2022) todetaan, afrotyyppiset hiukset kasvavat hitaasti, joten jos pelissä kuluu aikaa, se ei välttämättä näy hahmon hiuksista. Toisin sanottuna hiusten kasvu videopelihahmolla voi lisätä hiusten realismia, sillä sen avulla voidaan näyttää, että aikaa on kulunut. Joissakin peleissä tämä on tärkeää pelin realismille.

3.2 Hiusten evoluutio videopeleissä

Videopelien hahmojen hiuksia ei aina ole voitu tehdä realistisiksi. Aikaisimmissa 3D-peleissä hahmojen hiuksia olisi voinut verrata kypärään. Kautta videopelien historian pelaamisessa käytettävä laitteisto on rajoittanut sitä, kuinka paljon yksityiskohtia pelissä on ollut. Kuitenkin voidaan sanoa, että kaikkien videopelien tuotannossa on ollut yhteinen ongelma, joka on hiukset. Käytetyt työkalut tai työtavat, joilla hiukset on näihin peleihin luotu, ovat voineet rajoittaa tai mahdollistaa realistisemmän grafiikan luontia.

Jotta voidaan ymmärtää työtapoja, joilla hiuksia on luotu, tämä opinnäytetyö käyttää esimerkkejä vanhoista videopeleistä ja verkkolähteistä. Näin voidaan selittää, miksi tai miten videopeleihin on tehty grafiikkaa menneisyydessä.

Tomb Raider (1996)

Tämä peli kehitettiin pelikonsoleille kuten PlayStation 1 sekä muut konsolit, jotka olivat suosittuja vuonna 1996. Peli on kuin yhteenveto siitä, miltä hiukset näyttivät 3D-videopeleissä noin kymmenen vuotta sitten. Hiuksista voidaan kuvailla, että niiden geometria oli kiinteän näköistä kuin kypärä.

Niinä päivinä, kun tietokoneet eivät olleet yhtä nopeita laskentateholtaan, pelihahmojen hiukset koettiin tarpeeksi realistiseksi ajalleen. Jokaisen teknologian edistysaskeleen myötä standardi videopeligrafiikoille on noussut.

Half-Life 2 (2004)

Varhain 2000-luvulla pelit pystyivät käyttämään HD-grafiikkoja. Tämä tarkoitti, että grafiikat olisivat voineet olla vähemmän pikselöidyt tai sumeat. Näin tietokoneen näytölle olisi pystytty piirtämään enemmän yksityiskohtia. Half-Life 2:n grafiikat olivat yksityiskohtaisemmat kuin Tomb Raiderin, mutta hiukset eivät olleet kehittyneet, lukuun ottamatta suurempaa polycountia ja tekstuurin resoluutiota.

4 BLENDER

Tässä luvussa tarkastellaan Blenderiä lähemmin. Luku käsittelee sitä, kuinka Blenderillä voidaan luoda 3D-grafiikkoja ja tarkemmin hiuksia hahmoille. Eri hiustenluomistapoja Blenderiä käyttäen kuvaillaan esimerkkien kanssa.

4.1 Yleisnäkymä

Blender on kevyt ohjelma, jota voidaan käyttää useimmilla tietokoneilla. Suositellut järjestelmävaatimukset ovat 8-ydin CPU, 32 GB:a RAM-muistia ja 8 GB VRAM-muistia (Requirements & Compatibility s.a.). Blender siis käyttää sekä GPU:ta ja CPU:ta tehtävien suorittamiseen. Kuitenkin GPU, eli grafiikkasuoritin, on nimensä mukaisesti nopeampi kuvien renderöimiseen, kun taas CPU, eli tietokoneen pääprosessori, lisää Blenderin suorituskykyä, kun sitä käytetään yhdessä GPU:n kanssa.

Vuonna 2002 Blenderistä tuli ilmainen. Blenderiä kehitetään jatkuvasti. Käyttäjien tekemiä add-oneja eli lisäosia voidaan lisätä ohjelmaan, jotta ohjelma olisi entistäkin monipuolisempi, mikä onkin Blenderin tavoite.

Uusille Blenderin käyttäjille on saatavissa paljon tutoriaaleja melkein mistä tahansa aiheesta. Blenderin käyttöliittymä on intuitiivinen, mutta käyttäjät voivat hämmentyä useista vaihtoehtoista. Harva käyttäjä tietää aivan kaiken, mitä Blenderissä voidaan tehdä.

Blender soveltuu videopelihahmojen luomiseen alusta loppuun. Työnkulkua voivat auttaa myös Blenderin mukautettavat työtilat, joiden kokoa voi muuttaa niin, että näkyvissä on useampi näkymä. Jaetut työtilat ovat hyödyllisiä esimerkiksi mallin tarkasteluun eri kulmista yhtä aikaa, mistä on erityisesti hyötyä hiuskorttien asettelussa. Työtila voidaan jakaa myös tekstuurinoodinäkymän ja 3D-viewportin kesken. Tällaiset mukautusmahdollisuudet tekevät Blenderistä tehokkaan käyttäjä.

On huomion arvoista, että Blender ajoittain julkaisee päivityksiä, jotka tekevät ohjelmasta vaikean käyttää. Päivityksessä 4.0 Blender poisti menuvalikon pi-

kanäppäimet, joista aiemmin sai luotua meshejä. Kuitenkin Blenderin dokumentaatio sisälsi tämänkin tiedon, ja muutoksiin mukautuminen on usein suoraviivaista. Päivitykset eivät välttämättä riko olemassa olevia projekteja. Samanlaisia muutoksia on tapahtunut myös käyttöliittymälle.

Tilanteita varten, jossa teknistä tukea vaaditaan, Blenderin nettisivut tarjoavat tutoriaaleja ja vastauksia yleisimpiin kysymyksiin. Ajoittain ohjelman dokumentaatio voi vaikuttaa riittämättömältä. Tässä tapauksessa Blenderin yhteisö tarjoaa tukea. Esimerkiksi Blenderin virallisella Discord-serverillä apua voi saada toisilta käyttäjiltä.

Blender tarjoaa tehokkaita lisäosia, jotka soveltuvat 3D-mallien kanssa työskentelyyn, kuten geometrian muokkaukseen. LoopTools-niminen lisäosa esimerkiksi auttaa silottamaan mallin edge flowta.

4.2 Hiustenluonnissa käytetyt työkalut

Blender tarjoaa erilaisia vaihtoehtoja hiusten luomiseen 3D-hahmolle. Tämä luku käsittelee yleisimmät työkalut ja työtavat, joita käytetään hiusten luomiseen. Jokainen käyttötapaus kuvaillaan. Ohjeet kuitenkin hiusten luomiseen esitellään vaihe vaiheelta. Tämä luku tarjoaa yleiskatsauksen moniin työkaluihin, joita Blender tarjoaa hiusten luomiseen 3D-hahmolle.

Materiaalinoodit

Hiuskorttien materiaali voidaan luoda Blenderin materiaalinooodeja käyttäen.

Hair tools -työkalu

Blenderiin kehitetty lisäosa nimeltä Hair tools auttaa hiuskorttien asettelussa. Lisäosan on kehittänyt Styperek Bartosz. Lisäosan dokumentaatio sisältää quick start-, eli nopean käyttöönoton, osuuden. Dokumentaatio sisältää myös uusimman dokumentaation ja sarjan YouTube-ohjevideoita. (Bartosz s.a.)

Jotta Styperek Bartoszin (s.a.) kehittämää hiustyökalua voitaisiin käyttää, Blender-lisäosa on ostettava gumroad-verkkosivustolta ja asennettava Blenderin lisäosaksi. Hiustyökalu tukee Blender-versioita 4.0 ja uudempia. Vanhempi versio hiustyökalusta on saatavilla vanhemmille Blender-versioille.

Tämä opinnäytetyö keskittyy uudempiin versioihin hiustyökalusta, hair tool 3.x:ään. Opinnäytetyö keskittyy Blender-versioon 4.2 LTS, sillä se on uusin julkaisu opinnäytetyön kirjoittamisen aikaan. Uusin Blender-versio valittiin sen arvioimisessa, kuinka tehokkaasti Blenderillä voidaan luoda realistiset, reaaliaikaiset ja pelivalmiit hiukset.

Hiustyökalu toimii generoimalla hiuksia niin, etteivät aiemmat muokkaukset tuhoudu. Tätä kutsutaan nimellä ei-destruktiivinen muokkaus. Ei-destruktiivisesti generoituja hiuksia on helpompi muokata kuin esimerkiksi hiuksia, joiden muokkaus vaatii hiusten poistamista ja työvaiheiden toistamista.

Hiusnoodit

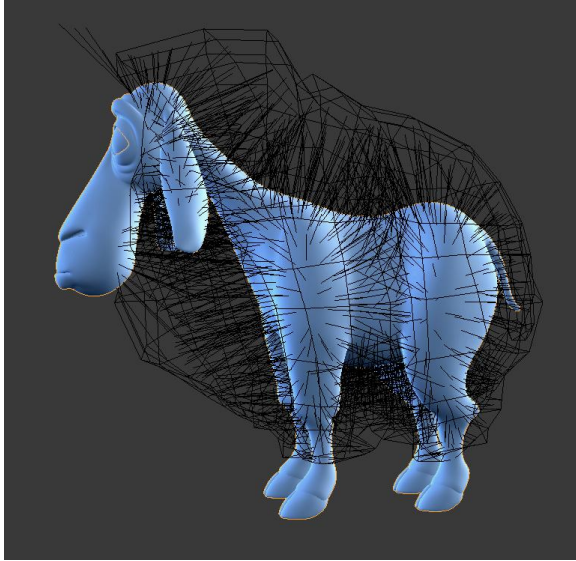
Blenderillä yksittäistä hiusgeometriaa voidaan generoida partikkelisysteemillä. Asettamalla parametreiksi hiusten sijainnin hahmon päässä ja hiusten määrän, hiukset voidaan proseduraalisesti generoida hahmon päänahkaan. Hiuksia voidaan muokata edelleen noodeilla. Esimerkiksi noodeilla voidaan lisätä hiuksiin kiharuutta ja muuta muotoa, mikä saattaa lisätä hiusten realismia. Alla oleva kuva 1 on esimerkki siitä, kun hiustyyli on luotu hiusnoodeilla.



Kuva 1. Partikkelisysteemihiukset Blender 3.2.1:ssä

Shape Cut meshiä käyttäen

Mesh-tyyppistä objektia voidaan käyttää muuttamaan noodeilla luotujen hiuksien muotoa. Tätä varten hiusten kuuluu koostua hiuscurveista. Alla oleva kuva 2 on esimerkki siitä, kuinka meshillä voidaan leikata hiukset tiettyyn muotoon. Shape cut on ominaisuus Blenderin particle edit -tilassa.



Kuva 2. Shape cut -esimerkki (Particle Edit Mode - Blender 4.2 Manual 2024)

Shape cut -työkalua käyttäen hiupartikkelit voidaan leikata eri pituuksiin tähän tarkoitukseen luotavan meshin avulla. Mesh asetetaan hiupartikkelien päälle. Modifierin avulla se osa hiupartikkeleista, joka jää meshin ulkopuolelle, poistetaan. Toisin sanottuna hiupartikkelit leikataan meshin muotoon.

5 ERILAISET HIUSTYYLIT

Pelihakmoilla on monenlaisia hiustyyliä. Hiukset voivat esimerkiksi olla letitetty, pitkät tai lyhyet. Hiustyyli vaikuttaa hiusten kehitysprosessiin. Tässä luvussa ei oteta huomioon esimerkiksi hiusten luonnollista kiharuutta.

Lyhyet hiukset

Lyhyet hiukset voivat ehkä olla yksinkertaisimmat kehittää. Tämä voi johtua siitä, että lyhyille hiuksille ei välttämättä voida tehdä monimutkaisia kampauksia kuten lettejä.

Pitkät hiukset

”Vapaana” pidetyt kampaukset ovat yleisiä pitkillä hiuksilla. Pitkille hiuksille voidaan tehdä monenlaisia kampauksia, esimerkiksi lettejä, nutturoita tai kiharoita. Pitkät, vapaana pidetyt tikkusuorat hiukset voivat olla pitkistä hiustyyleistä helpoimmat.

Monimutkaiset kampaukset

Monimutkaisilla kampauksilla tarkoitetaan hiuksia, jossa on useita erilaisia yksityiskohtia. Jokaisen yksityiskohdan suunnittelu ja toteutus vaatii tarkkuutta esimerkiksi erilaisissa lettikampauksissa. Monimutkaisen kampauksen optimointi eli sen geometrian säilytys sallittavassa määrässä voi myös vaikeutua.

6 ERILAISET HIUSGRAFIIKKATYYLIT

Hiusgrafiikalla voidaan pyrkiä realismiin tai tyyliteltyyn ulkonäköön. Tässä luvussa kuvaillaan ehkä yleisimpiä 3D-peligrafiikan tyyliä. Kullakin tyylillä on omat hyötynsä ja haittansa sekä käyttökohteensa.

Realistinen grafiikka

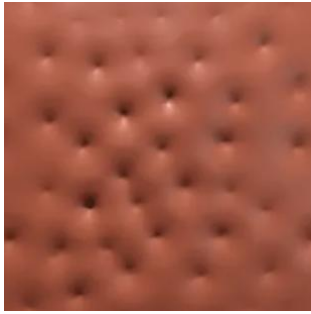
Realistiseksi grafiikaksi voidaan kutsua grafiikkaa, jonka aihe jäljittelee mahdollisimman tarkasti sen tosimaailman vastinetta. Esimerkiksi 3D-mallia voidaan kutsua realistiseksi, jos se kuvaa ihmistä ja näyttää selvästi aidolta niin, että sillä on tarkasti samoja ominaisuuksia kuin ihmisillä normaalisti. Kuten alla olevasta kuvasta 3 näkyy, realistinen ihmisgrafiikka jäljittelee tarkasti aiheitaan esimerkiksi tekstuurien ja anatomian avulla.



Kuva 3. God of War -pelissä hahmojen grafiikkojen yksityiskohdat saavat hahmot näyttämään todennäköisiltä.

Yleensä realististen 3D-hahmojen kasvoille on teksturoitu yksittäisiä ihohuokosia. Ihohuokosten lisääminen hahmon tekstuuriin lisää mallin realismia etenkin, kun sitä katsotaan hyvin läheltä. Kuten alla olevasta kuvasta 4 näkyy,

tekstuurilla toteutetut ihohuokokset voivat lisätä hahmon ihoon syvyyttä lisäämällä valoja ja varjoja jäljitellen ihossa luonnollisesti olevia huokosia.



Kuva 4. Ihohuokokset ovat oleellisesti pieniä kuoppia iholla.

Pidettäköön mielessä, että opinnäytetyö keskittyy hahmojen hiuksiin. Ihohuokosia esiintyy myös päänahassa. Näin ollen ihon teksturointi on tärkeää niin kaljuille päille kuin hiustyyleissä, jotka sisältävät kaljuja alueita. Samalla periaatteella hiuskortteja käyttävien hiustyilien yksityiskohdat kannattaa toteuttaa teksturoimalla niin pitkälle kuin mahdollista. Lopulta hiukset saadaan näyttämään tuuheilta ainakin siten, että hiuskortteja asetellaan ikään kuin kerroksittain hahmon päähän.

Tyylitelty grafiikka

Tyylitelty grafiikka ei pyri fotorealismiin toisin kuin realistinen grafiikka useimmiten. Fotorealismilla tarkoitetaan esimerkiksi sitä, kun grafiikkaa ja sen todellista vastinetta on hyvin vaikeaa erottaa toisistaan. Toisin sanottuna fotorealistinen grafiikka on niin tarkkaa, että läheltäkin katsottuna se näyttää realistiselta. Realistisuuden sijaan tyylitelty grafiikka voi esimerkiksi sisältää tavallisesta poikkeavia, liioiteltuja ja dynaamisia muotoja.

Tyylitelty grafiikka voi nimensä mukaisesti olla hyvinkin omalaatuista, sillä sen ei olekaan tarkoitus jäljitellä aihettaan tarkan todenmukaisesti. Alla olevassa kuvassa 5 on Kena: Bridge Of Spirits -nimisen pelin hahmo. Pelin grafiikka on tyyliteltyä. Pelin kehittäjä aloittikin animaatiostudiona. (IGN Nordic 2021.) Kuten kuvasta näkyy, tyylitellyssä grafiikassa hahmojen kasvonpiirteitä voidaan liioitella esimerkiksi silmiä suurentamalla. Tyylitellylle grafiikalle ominaista voi olla myös tasainen iho, jossa ihohuokokset eivät näy.



Kuva 5. Kena: Bridge Of Spirits -pelin grafiikat muistuttavat jokseenkin animaatioelokuvien grafiikoita. (IGN Nordic 2021.)

Pelin graafinen tyyli näkyy kuvan hahmossa kasvojen mittasuhteissa ja hiusten läpinäkymättömyydessä. Myös kirkkaat tai kylläiset värit voivat olla yleisiä tyylitellyssä grafiikassa. Peligrafiikkaa voidaan tyylitellä monin tavoin – tyyliteltyssä voidaan ottaa mallia esimerkiksi animaatioelokuvien tyylistä.

Realistinen animetyylinen grafiikka

Kuten realistinen grafiikkakin, realistinen animetyylinen grafiikka pyrkii jäljittelemään tosimaailman näköä. Toisin kuin realistinen grafiikka, animetyylinen realistinen grafiikka pyrkii säilyttämään animegrafiikalle tyypillisiä ominaisuuksia. Realistinen animetyylinen grafiikka voi kuvata esimerkiksi kampauksia, joita harvemmin näkee käytettynä tosimaailmassa.



Kuva 6. Black Desert Online -pelin hahmot ovat tarkkojen, tyylitetyjen tekstuuriensa puolesta esimerkki animetyylisestä, realistisesta grafiikasta.

Tyypillisessä animehiuksissa hiusten kampaukset ovat usein tyyliteltyjä. Hiuksiin voidaan lisätä realismia esimerkiksi tarkentamalla hiusmateriaalin yksityiskohtia. Kuten yllä olevasta kuvasta 6 näkyy, animetyylinen grafiikka saadaan näyttämään realistiselta yksityiskohtia eli esimerkiksi yksittäisiä flyaway-hiuksia lisäämällä.

7 ERILAISET HIUSTEN TOTEUTUSTAVAT

Tämä luku kuvaa yleisimmät tavat luoda hiuksia 3D-videopelin hahmolle. Luvussa vertaillaan jokaisen hyötyjä ja haittoja sekä annetaan esimerkkejä, esimerkiksi julkaistuja pelejä, jotka ovat luoneet hiuksia mainituilla tavoilla. Eri hiustenluontitavoilla on omat käyttötarkoituksensa. Jotkin tavoista sopivat videopeleihin, jotkut paremmin esimerkiksi animaatioon.

7.1 Hiuskortit ja kiinteät hiukset

Hiuskortit ovat nykyisin ehkä yleisin tapa luoda hiuksia. Hiuskorteilla luotu hiustyyli koostuu korttimaisesta geometriasta, jota on aseteltu kasvamaan hahmon päästä useina eri kerroksina.

Korttien geometriaa voi verrata suorakulmioihin, kaksiulotteisiin muotoihin, jotka eivät näy sivuilta. Hiuskorttien ei kuitenkaan kuulu näyttää litteiltä. Tästä syystä korttien geometriaa voidaan muokata, jotta ne saadaan näyttämään enemmän kolmiulotteisilta ja tuuheilta. Hiuskortit kuuluu lisätä hahmon päähän hiuspohjasta pinnalle ja niskasta pääläelle, jotta niiden asettelu helpottuu.

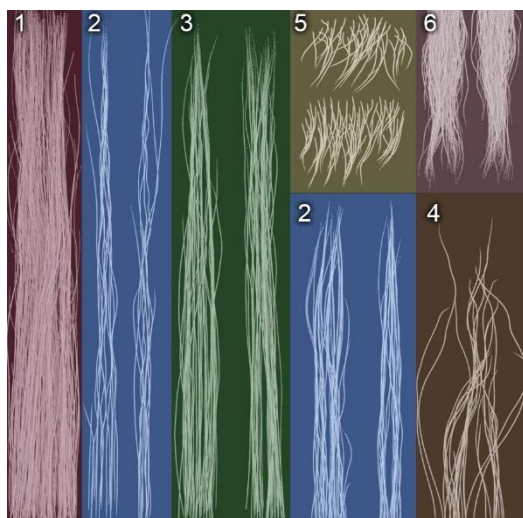
Hiuskortteja voidaan asetella manuaalisesti, eli käsin, tai erilaisia ohjelmakohtaisia lisäosia käyttäen. Käsin asettelu vie enemmän aikaa ja vaivaa, mutta sen avulla voidaan hallita hiusmeshiä verteksi verteksiltä. Toisaalta joidenkin 3D-ohjelmien tarjoamilla työkaluilla asettelu nopeutuu.

Hiuskortit eivät saa mennä ristiin toistensa kanssa, koska se voi näyttää epärealistiselta. Asetellessa hiuskortteja on hyvä käyttää referenssikuvia, jotta

nähdään, minne hiukset virtaavat. Poikkeuksena ovat niin sanotut hiuskorttitu-pot eli yleensä 2–3 yksittäisestä hiuskortista koostuvat ryhmät, jotka asetel-laan leikkaamaan toisensa.

Tekstuurit ja materiaalit

Oikeanlainen hiuskorttien asettelu on vain puoli työtä. Hiuskorteille on luotava tekstuurit sen mukaan, missä hiuskorttikerroksessa hiuskortti on. Esimerkiksi flyaway, tai babyhiuksien, tekstuurin kuuluisi sisältää vain muutama hiussuor-tuva. Tämä johtuu siitä, että alempien kerroksien korttien tekstuurit ovat lä-pinäkymättömämpiä. Esimerkiksi hiusmyssyn tekstuuri pitää huolen siitä, että hahmon päänahka ei näy. Näin ollen jokaisella hiuskortilla on oma tehtävänsä. Hiuskorttitekstuurien oikea käyttö voi auttaa pitämään tarvittujen hiuskorttien määrän pienempänä, joka voi edistää hiusten pelivalmiutta.



Kuva 7. Hiuskorttihiukset koostuvat useista erilaisista kerroksista. Jokaisen kerroksen hiuksilla voi olla oma tekstuurinsa. Esimerkiksi kuvan ääri vasemmalla näkyy hiusmyssyn tekstuuri, joka peittää hahmon päänahan kokonaan.

Kuten yllä olevasta kuvasta 7 näkyy, hiuskorttien tekstuuri koostuu useista eri-laisista hiustupoista. Tekstuureja voidaan luoda käsin piirtämällä tai luomalla bake-renderöintitekniikalla kuva 3D-mallista. Tekstuurin luominen mallista bake-renderöintitekniikalla voi tehdä tekstuurista luonnollisemman näköisen. Bake-renderöintitekniikalla luodut tekstuurit perustuvat 3D-malliin, kun taas käsin piirretystä tekstuurista voi olla vaikea saada uskottavaa. Kuitenkin 3D-mallia, johon hiuskorttitekstuurit pohjautuvat, voi olla vaikeata muokata ilman erikoistuneita työkaluja. Esimerkiksi Blenderissä voidaan partikkelisysteemillä

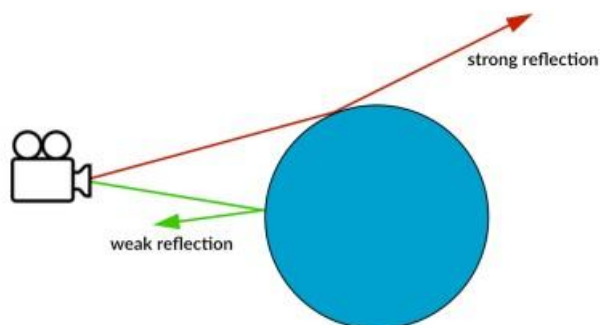
luoda tuppo kolmiulotteisia hiussuortuvia ja muokata niiden muotoja partikkeli-systeemiä käyttäen. Tällaisia hiuksia on mahdollista muokata esimerkiksi kihammiksi. Hiukset voidaan lopuksi muuntaa (convert) meshiksi, jotta tekstuurit voidaan luoda bake-renderöintitekniikalla.

Bake-renderöintitekniikalla tekstuurit voidaan luoda 3D-mallista niin, että yksityiskohdat voidaan siirtää malliin, jossa on vähemmän geometriaa eli pienempi polycount (Conway s.a.). Näin hiuskortti saa automaattisesti tarkemman mallin yksityiskohdat.

Tekstuuri lisätään hiuskortteihin materiaalin avulla. Materiaali voi sisältää useita tekstuureja. Erityyppiset tekstuurit auttavat tekemään materiaalista realistisen. Tekstuuri ei määrittele vain mallin perusvärin eli albedon. Vaikka albedokartta on oleellinen hiusten värin esittämiseen, hiusmateriaali vaatii useita muita tekstuurikarttoja näyttääkseen realistiselta.

Materiaalin kuuluisi olla tyypiltään PBR eli Physically Based Rendering. PBR tarkoittaa, että materiaaliin vaikuttaa ympäristö, jossa materiaali on. Esimerkiksi valon suunta vaikuttaa PBR-materiaaliin. PBR-materiaaleilla on ominaisuuksia, jotka mahdollistavat fotorealistisen renderöinnin. Materiaaleja voidaan käyttää Blender 2.8:ssa ja uudemmissa versioissa. Lisäksi pelimoottorin kuuluisi tukea PBR-materiaaleja. Kaikki eivät kuitenkaan tue niitä. (Denham s.a.) Pelimoottorit eivät kuitenkaan sisälly tämän opinnäytetyön laajuuteen.

Kuten Laitinen (2020, 7) toteaa, PBR noudattaa fysiikan lakeja renderöidäkseen tekstuurit realistisesti. Fresnel-efekti on tässä tärkeä, sillä se mahdollistaa valon heijastusten realistisen renderöinnin. Esimerkiksi kuten alla olevassa kuvassa 8 näkyy, Fresnel-efekti aiheuttaa sen, että valaistusta esine heijastaa valoa eri tavalla riippuen kulmasta, josta esinettä katsotaan.



Kuva 8. Fresnel-efekti aiheuttaa sen, että esine, kuten kuvan pallo, heijastaa enemmän valoa niillä pinnoilla, jotka osoittavat kamerasta poispäin. Fresnel-efekti lisää esineen realismia.

(Fresnel s.a.)

Pallon kasvot näyttävät vähemmän kirkkailta ja kiiltäviltä, mitä lähemmäs kameraa niiden normaalit osoittavat. Fresnel-efekti näkyy kiiltävillä pinnoilla, kaikista eniten vesilätäköissä (Fresnel s.a.) Toisaalta hiuksetkin ovat kiiltäviä, joten niissäkin näkyy fresnel-efektin vaikutus.

Hiuskorttitekstuureja voidaan luoda joko piirtämällä ne käsin tai luomalla ne 3D-mallista bake-renderöintitekniikalla. Lecouturier (2018) on käyttänyt Mayaa Xgeniä ja Arnoldia luodakseen tekstuurit hiuskorteille.

Tekstuurigeneraatio meshistä on prosessi, jossa tekstuurikuvat renderöidään 3D-mallista. 3D-malli tässä tapauksessa on tuppo kolmiulotteisia hiuksia. Generoituja tekstuuereja voidaan käyttää hiuskorttien materiaalissa. Lecouturier (2018) käytti hiuskorteilleen seuraavia tekstuuereja.

Albedokartta

Albedo on hiusten perusväri. Kuitenkin sitä voidaan käyttää määrittelemään hiusten juurten, latvojen raitojen väri. Lecouturierin (2018) esimerkissä hiusten väri on valkoinen.

Läpinäkyvyyskartta

Läpinäkyvyys- tai alfatekstuuri sisältää tiedot siitä, mitkä kohdat materiaalista ovat läpinäkyviä. Ilman läpinäkyvyystekstuuria hiuskortit eivät näyttäisi hiuksilta, sillä läpinäkyvyyskarttaa tarvitaan piilottamaan kaikki muu paitsi tekstuurissa olevat hiukset.

Normaalikartta

Normaalikartta, tai normaalitekstuuri, sisältää tiedot alkuperäisen 3D-hiussuor-
tuvamallin muodoista. Se sisältää mallin verteksien suunnat tallennettuna eri
värein. Normaalikartta antaa kolmiulotteisen efektin hiuskorteille.

Suuntakartta

Suuntakartta on kartta, jota käytetään hiusten heijastusten ohjaukseen. Suun-
takartan avulla hiusten heijastukset saadaan seuraamaan hiusten muotoa, ku-
ten alla olevasta kuvasta 9 näkyy.



Kuva 9. Suuntakartta ohjaa valon heijastumista hiusmateriaalista.

Ambienti okluusiokartta

Lecouturier (2018) käytti AO:ta eli ambienttia okluusiokarttaa. Lecouturierin
mukaan se saattaa olla tärkein tekstuuri hiusten ulkonäön parantamiseen. Ok-
klusiokartta antaa normaalikartan lisäksi syvyyden vaikutelman, sillä sen
avulla hiustekstuuri saa lisävarjoja itsestään.

Spekulaarikartta

Lecouturier (2018) käytti spekulaarikarttaa lisätäkseen kiiltävyyttä hiuksiin.
Spekulaaritekstuuri voi toimia yksinkertainen kohinakartta. Spekulaaritek-
tuurit voidaan generoida esimerkiksi Adobe Photoshopissa, kuten Lecouturier
(2018) teki. Hiuskortitekstuurit kuuluisi generoida sen sijaan, että ne piirrettiäi-
siin käsin. Kun tekstuurit perustuvat 3D-malliin yksittäisistä hiustupoista, hius-
kortit voivat näyttää realistisemmilta. Tämä voi johtua siitä, että näin tekstuurit
saavat luonnostaan kolmiulotteiselta näyttävän materiaalin.

Kiinteät hiukset

Kiinteät hiukset muistuttavat veistosta. Tällaisia hiuksia voidaan käyttää hiuskorteilla tehtyjen hiustyilien mallina. Kiinteät hiukset voivat olla yksi yhtenäinen mesh. Tällaista meshiä voidaan käyttää myös hiuskorttihiusten pohjamuotona, esimerkiksi nutturan sisimpänä kerroksena.

7.2 Noodihiukset

Noodihiukset ovat hiuksia, jossa jokaisella hiuksella on oma geometriansa. Tämä tarkoittaa, että hiusten polycount voi olla korkea ja näin ollen liian raskas reaaliaikaiselle renderöinnille. Noodihiukset näin ollen eivät ole tehokkaat pelikäyttöön. Noodihiuksien hyvä puoli on, että jokainen hius voidaan animoida erikseen. Hiussimulaatio on kuitenkin tämän opinnäytetyön laajuuden ulkopuolella.

Bohkare ym. (2024) ovat kuvanneet tekniikkoja, joilla voidaan renderöidä kaukana olevia hius-3D-malleja. LODin eli tarkkuustasoa voidaan käyttää reaaliaikaisen renderöimisen nopeuttamaan kuluttajagrafiikkasuorittimilla. Bhokare ym. (2024) mainitsevat, että suorituskykyä voitaisiin lisäämällä generoimalla hiusten yksittäiset hiussuortuvat renderöinnin aikana. Hiussuortuvat voitaisiin luoda niin, että niissä on vähemmän verteksejä sillon, kun niitä katsotaan kaukaa.

Kamula (2017, 15) mainitsee työssään, että Xgen-nimisellä ohjelmalla voidaan luoda hiussuortuvia, joita voidaan muokata modifierien eli modifikaattorien avulla. Opinnäytteessään Kamula (2017) tutki, kuinka hiustyyli voitaisiin luoda yksittäisiä hiussuortuvia käyttäen niin, että jokaisella hiuksella on oma geometriansa. Tässä tapauksessa hiustyyli on tarkoitettu käytettäväksi musiikkivideossa. Voi kuitenkin olla epätodennäköistä, että luotu hiustyyli on valmis käytettäväksi pelissä, sillä se sisältää paljon enemmän geometriaa kuin tyypilliset pelivalmiit hiukset. Yleisesti katsottuna polycount, eli polygonien määrä, pelivalmiille hiuksille on 8,000:sta 30,000 kolmioon. Kolmiolla tarkoitetaan peligrafiikassa kasvoa, jolla on 3 edgeä. Kaikki kasvot teoreettisesti koostuvat kolmioista. (Zatorska s.a.)

8 TERMIT

Tämä opinnäytetyö sisältää 3D-grafiikkaan liittyviä termejä. Termien ymmärrys on välttämätöntä, jotta opinnäytetyön sisältöä voidaan ymmärtää. Erityishuomiota on annettu sen selittämiseen, mitä tarkoitetaan realistisella, reaaliaikaisella ja pelivalmiilla. Kuitenkin jokainen tässä opinnäytetyössä käytetty termi on selitetty yksityiskohtaisesti.

Termit on valittu edesauttamaan tämän opinnäytetyön luettavuutta. Jotkin termeistä on määritelty erityisesti tämän opinnäytetyön asiayhteyteen. Kuitenkin määritelmät on koitettu pitää mahdollisimman yleisinä pelialan termeillä. Esimerkiksi määritelmä asset voidaan määritellä resurssin synonyyminä. Toisaalta termi hahmo on tässä opinnäytetyössä määritelty humanoidina henkilönä.

Kuuluu pitää huomiossa, että osa opinnäytetyön lähdemateriaalista on suomenkielistä ja osa englanninkielistä. Vaikka lähteenä oleva opinnäytetyö olisi kirjoitettu suomeksi, käytetyt suomenkieliset termit perustuvat lopulta englanninkieliseen termeihin. Tästä syystä suomenkielinen lähdemateriaali käyttää omaa versiotaan englanninkielisestä terminologiasta.

(Joensuu 2016, 2.)

Blender

Tämän opinnäytetyö keskittyy Blenderin arvioimiseen työkaluna, joka on tarkoitettu realististen, pelivalmiiden ja reaaliaikaisten 3D-hiustyilien luontiin. Blender on aina ilmainen, avoimen lähdekoodin ohjelma GNU GPL-lisenssillä. Blenderin tarkoitus on olla paras 3D-työkalu, ollen samalla ilmainen, avoimen lähdekoodin ohjelma.

(The Freedom to Create. s.a.)

Blenderillä on mahdollista luoda 3D-hahmo alusta loppuun. Kuitenkin tämä opinnäytetyö keskittyy Blenderin mahdollisuuksiin luoda realistiset, pelivalmiit hiukset 3D-pelihahmolle.

Edge flow

Edge flow on mallin topologian piirre. Hyvä topologia varmistaa sen, että 3D-mallin edget seuraavat mallin muotoja. Mallia, jolla on hyvä edge flow, on helpompi käyttää. Mallia voi esimerkiksi animoida ilman, että sen geometria vääristyy. Huono edge flow voidaan huomata helpoiten mallin kasvoissa

Pelivalmis

Termiä käytetään usein digitaalisesta tuotteesta ja se usein tarkoittaa, että tuote ei tarvitse paljonkaan konfigurointia tai muokkausta, jotta se voidaan lisätä peliin. Esimerkiksi 3D-mallin voidaan katsoa olevan pelivalmis, kun sen geometria on sopivaa. Sopiva geometria voi olla esimerkiksi sitä, että mallin kasvat ovat kolmioita ja että mallilla on tietty polycount.

Geometria

Merriam-Webster dictionaryn (Geometry s.a.) mukaan termi tarkoittaa pisteiden, viivojen ja pintojen välisiä suhteita sekä muita ominaisuuksia. 3D-video-peligrafiikassa mallin geometria on pohjimmiltaan pisteitä, viivoja ja pintoja 3D-tilassa.

Hiuskortti

Nykyään hiuskortit voivat olla tehokkain tapa, jolla voidaan luoda hiustyyli 3D-pelihahmolle. Kuitenkin realististen hiustyylien luonti hiuskorteilla vaatii taitoa.

Hiuskortit ovat, kuten nimestä voidaan päätellä, yksittäisiä paloja korttimaista geometriaa aseteltuna hahmon päähän kiinni. Yksittäisen hiuskortin muoto muistuttaa paperinpalaa, jota on saatettu vääntää, kiertää tai muuten muokata niin, että siihen saadaan luonnollista muotoa. Hiuskortin tarkoitus on minimoida GPU:n taakkaa vähentämällä näytölle piirrettävän geometrian määrää.

Hiusmesh

Mesh, joka koostuu hiuksiin liittyvästä geometriasta kuten hiuskorteista. Meshillä tässä asiayhteydessä tarkoitetaan geometriaa.

Maya

Autodesk Maya on ammattilaisten käyttämä 3D-sovellus. Sovellus tunnetaan sen mahdollisuuksista luoda realistisia hahmoja ja efektejä. Maya on tuote,

joka tarjoaa teknistä tukea ja runsaan dokumentaation tarjoamallaan helpdeskillä. (Maya Documentation 2023.)

N-gon

Käytetään synonyyminä termin polygon kanssa. N-gon on kuitenkin termi, jota käytetään polygoneista, joissa on enemmän kuin 4 edgeä. Termiä käytettäessä N korvataan edgejen määrällä. Esimerkiksi kasvoa, jossa on 5 edgeä, kutsutaan 5-goniksi.

Noodi

Noodi kuvaa funktioita 3D-sovelluksissa. Noodin funktioita voidaan käyttää esimerkiksi 2D-kuvien generointiin tai 3D-mallin muotojen manipulointiin. Noodeja voidaan linkittää, tai reitittää, toisiinsa niin, että lopputuloksena on monimutkainen struktuuri nimeltään noversodipuu tai node tree. Kun jotain on luotu noodeilla, sitä voidaan kutsua proseduraalisesti generoiduksi. Proseduraalinen generaatio auttaa työnkuluissa, kuten yksittäisten hiusten luonnissa 3D-hahmolle.

Noodihiukset

Hiustyylit, joissa on yksittäisiä hiuksia, voidaan luoda 3D-hahmolle käyttäen noodeja. Tällaista hiustyyliä kuvataan tässä opinnäytetyössä termillä noodihiukset. Noodeilla luodut hiukset mahdollistavat esimerkiksi kiharien hiuksien proseduraalisen luonnin. Kuitenkin noodeilla luodut hiukset eivät välttämättä ole pelivalmiita toisin kuin hiuskorttahiukset.

Polygon

N-gonin synonyymi. Polygon on sateenvarjotermi, jolla viitataan sekä kolmioihin ja quadeihin. Kuitenkin yleisimmin termiä polygon käytetään, kun puhutaan kasvoista, joissa on enintään 4 edgeä.

Polycount

Termi, jota käytetään kuvaamaan polygonien, tai n-gonien, määrää 3D-mallissa. Mallin polycount on usein ilmoitettu kolmioina.

Quad

Ehkä kaikista yleisin kasvo meshissä, quadissa on 4 edgeä. Malli, joka koostuu quadeista, soveltuu parhaiten muokkaukseen 3D-sovelluksissa.

Realistinen

Tässä opinnäytetyössä termiä käytetään kuvaamaan pelimaailman objektia vastaavaa, vakuuttavaa vastinetta reaali maailmassa. Tässä opinnäytetyössä termiä voidaan myös käyttää sen kuvaamiseen, kun humanoidin 3D-hahmon hiukset tarkasti vastaavat olemassa olevan 3D-pelin hiuksia ja kyseisen pelin hiukset koetaan realistisiksi videopelistandardien mukaan.

Reaaliaikainen

Tässä opinnäytetyössä termiä käytetään kuvaamaan tietynlaista työnkulkua luotaessa 3D-asetteja. Esimerkiksi reaaliaikaisten hiusten työnkulku on yleensä luonteeltaan sellaista, että lopputuloksena on valmis, optimoitu geometria, valmiit tekstuurit ja muut yksityiskohdat.

Topologia

Se, miltä 3D-mallin pinta näyttää. Topologiaan vaikuttaa edgejen ja kasvojen sijainti. Hyvä topologia on oleellista hyvännäköisen mallin luomisessa. Samoin huono edge flow voi tehdä mallin kanssa työskentelystä vaikeaa. Hyvän topologian varmistus on osa pelivalmiin mallin työnkulkua.

3Ds Max

3D-sovellus kuten Autodesk Maya. Autodesk 3Ds Max tarjoaa tehokkaat työkalut 3D-grafiikkojen luontiin, sekä dokumentaation ja teknisen tuen.

9 HIUKSET 3D-PELIN GRAFIIKOISSA

Tämä luku sisältää nykyiset tavat, joita videopeliteollisuus käyttää realististen ja vakuuttavien hiustyilien luonnissa 3D-pelaajahahmoille. Luku esittelee tavat antamalla esimerkkejä realistisista hiustyyleistä peleissä. Nykyään videopelien hiuksista voidaan tehdä varsin realistisia, kuten voidaan nähdä seuraavista kappaleista.

3D-grafiikkojen historiaa

3D-mallien konsepti luotaan ennen ensimmäisiä tietokoneita. Malleja käytettiin sijaintien seuraukseen. Kun tietokoneet ilmestyivät, niitä ei käytetty pelaamiseen vaan armeijan tarkoituksiin. Myöhemmin päätettiin, että tietokonetta voisi käyttää simuloimaan siihen, mitä kuvattiin realistisiksi tuotteiksi. Näiden kehitysten ansiosta 3D-mallinnuksen historia alkoi ensimmäisen CAD-ohjelman, tai Computer Aided Design systemin, ilmestyttyä. Ohjelmaa käytettiin insinööri- ja taidetarkoituksiin. (Diev s.a.)

Nykyaikaisen mallinnuksen tavat alkoivat muodostua 1990-luvulla. Avainominaisuudet ovat voineet olla edullisempi pääsy ohjelmistoihin ja se, että ohjelmistoa kehitettiin jatkuvasti. Tämän jälkeen ohjelmat, kuten Blender, ilmestyivät ja auttoivat tekemään 3D-mallinnuksesta suosittua harrastusta

Kuitenkin hiusten tekeminen 3D-malleille on tuottanut ongelmia. Ongelmat ovat olleet sitä luokkaa, että hahmon hiukset ovat voineet olla ero realistisen ja tyyliä 3D-mallin välillä. (Ivănescu 2020, 1.) Näin ollen voidaan sanoa, että mallin hiukset ovat mittari koko mallin realistisuudelle

3D-hiussimulaation historiaa

Realistinen hiussimulaatio on tämän opinnäytetyön laadun ulkopuolella. Kuitenkin voi olla hyödyllistä ymmärtää videopelien hiussimulaatioiden historiaa. Ymmärtämällä 3D-hiufysiikkojen kehittymistä on mahdollista ymmärtää myös sitä, kuinka simulaatiota hyödyntämällä voidaan parantaa videopelihiuksien realistisuutta.

Vuonna 1993 ilmestyi peli nimeltä Virtua Fighter. Pelissä oli hahmo, jolla oli simuloitua hiuksia. Toisin sanottuna hiukset reagoivat pelaajan liikkeisiin sen sijaan, että ne olisivat olleet kiinteät ja paikallaan pysyvät.

Hiusten liike on laskettava reaaliajassa. Kun pelaaja liikuttaa pelihahmoa, hiusten kuuluu reagoida hahmon liikkeisiin. Moderneissa videopeleissä voi olla satoja hahmoja pelaajahahmon lisäksi. Näin ollen hiusten simulaatiosta voi tulla suorituskykyongelma. Hiukset, jotka on luotu partikkelisysteemillä

koostuvat yksittäisistä simuloituista hiuksista niin, että jokaisella hiuksella on oma fysiikkansa. Tästä syystä partikkelisysteemiä käyttäviä hiustyylejä käytetään peleissä harvoin. (Blacksteinn 2022.)

Kuten Blacksteinn toteaa, hiusnauhat ovat eräs tapa hiusten luomiseen 3D-pelihahmolle. Tämä opinnäytetyö käyttää termiä hiuskorttien synonyyminä. Partikkelisysteemillä luodut hiukset voivat sisältää miljoonia liikkeisiin reagoivia hiuksia, hiuskorteilla tehdyt hiukset koittavat saavuttaa samanlaiselta näyttävän lopputuloksen ilman, että tietokone rasittuu simulaatiosta.

Hiusnauhat, tai hiuskortit, ovat tasaisia polygoninauhoja, kuten alla olevassa kuvassa 10 näkyy. Hiuskortit on aseteltu hahmon päähän niin, että ne näyttävät kasvavan sen päästä. Hiuskorteja voidaan kohdella ikään kuin hiuskimp-puina, jolloin ne voidaan simuloida vastaavasti.



Kuva 10. Hiusnauhoja, tai hiuskorteja, voidaan käyttää pelivalmiiden hiustyylin luonnissa 3D-hahmoille.

Kuten Hällman (2011, 11) ehdottaa hiusnauhojen avulla on mahdollista saada visuaalisia lopputuloksia, jotka ovat tarpeeksi realistisia, kun niitä verrataan partikkelisysteemillä luotuihin hiuksiin.

9.1 Baldur's Gate 3

Baldur's Gate 3 is on kolmas jakso Baldur's Gate -pelisarjassa. Peli on julkaistu konsoleille ja tietokoneille. Sen graafista estetiikkaa voidaan verrata sekoitukseen realismia ja fantasiaa. Tässä opinnäytetyössä estetiikka-termiä

käytetään kuvaamaan kauneuden ideaa videopeleissä, joissa grafiikan on tarkoitus olla realistista. Kauneuden idea perustuu opinnäytetyön kirjoittajan mielipiteeseen yleisistä tyyliin ja makuun liittyvistä ideoista. Baldur's Gate 3:n maailmaan kuuluu erilaisia humanoideja hahmoja. Hahmojen 3D-malleja voidaan ajatella realistisina nykyisten videopelistandardien mukaisesti. Tämä opinnäytetyö antaa erityishuomiota Baldur's Gate 3:n hahmojen hiuksille. Alla oleva kuvaa 11 voidaan käyttää erimerkkinä siitä, miltä Baldur's Gate 3:n hius-tyyli voi näyttää.



Kuva 11. Baldur's Gate 3:een luotu hius-tyyli. (Dubrovina s.a.)

Baldur's Gate 3:n modausyhteisön mukaan samanlaisia hius-tyylejä voidaan luoda käyttämällä pelin modaustyökaluja. (Modding:Hair Meshes. s.a.) Modausyhteisö käyttää termiä hiusmesh kuvatakseen hiuskorteilla luotuja hius-tyylejä. Näin ollen pelaajat voivat luoda peliin omia, mukautettuja hius-meshejä. Itse tehdyn hiusmeshin muokkaus itsessään tapahtuu Blenderissä. Modausyhteisö suosittelee Blender-versiota 3.6.

Vaikka tämä on tapa, jolla pelaajat voivat luoda hiuksia, heidän luomansa hiukset voivat olla yhtä realistiset ja hyvännäköiset kuin pelin alkuperäiset

hiustyylit, jotka pelin kehittäjät ovat luoneet. Alla olevat kuvat 12 ja 13 ovat hyviä esimerkkejä siitä, miltä yhteisön luomat hiukset voivat näyttää parhaimmillaan.



Kuva 12. Hiustyyli otsikolla "M Hair7". Hiukset on luonut NexusMods-sivuston käyttäjä nimeltä Vessnelle.



Kuva 13. Nimetön hiustyyli saatavilla modissa nimeltä "Tav's Hair Salon" NexusMods-sivustolla.

Kuitenkin on pidettävä mielessä, että pelin alkuperäiset hiukset luotiin samalla tavalla kuin modatut hiukset. Tämä voi tarkoittaa sitä, että hiusten realismiin vaikuttanut jokin muu kuin käytetyn 3D-ohjelman käyttö, kuten Baldur's Gate 3:n pelimoottori. Tämän opinnäytetyön laajuutta on rajoitettu 3D-työkalujen, kuten Blenderin, tutkimiseen. Opinnäytetyössä ei näin ollen tutkita eri pelimoottoreita.

9.2 Muut pelit

Tämä opinnäytetyö käyttää Baldur's Gate 3:a pääasiallisena esimerkkinä realistisista videopelihiuksista, mutta monet pelit ovat saavuttaneet realistiset hiusgrafiikat. Esimerkkejä ovat Grand Theft Auto V ja lempien pelien grafiikoiden voidaan yleisesti katsoa olevan realistiset. Baldur's Gate 3 saavuttaa realismin erityisesti hiuksilla, mutta pelissä on myös fantasiaelementtejä. Pelin fantasiaelementit ovat tämän opinnäytetyön laajuuden ulkopuolella. Vertaamalla tässä opinnäytetyössä luotavia hiuksia erilaisiin realistisilta näyttäviin peleihin voidaan saada käsitys realismilta sekä selittää, kuinka realistiset hiukset tehdään videopeliin.

Grand Theft Auto V

Tämä osio kattaa joitain GTA V:n grafiikoita. GTA on lyhenne pelin nimestä Grand Theft Auto V. Peli julkaistiin vuonna 2013. Sitä on saatettu ajatella yhtenä aikansa visuaalisesti vetoavimmista peleistä. Pelissä on pelaajan kustomisaatio, mukaan lukien mahdollisuus pelaajan hiusten vaihtamiseen. Kuten alla olevista kuvista 14 ja 15 näkyy, pelin hiusgrafiikat ovat voineet olla tyylivallinta sen sijaan, että ne olisivat tavoitelleet realismia.



Kuva 14. Pelin GTA V hiustyylillä nimeltä "Long Hair" näyttää sisältävän flyaway-hiuksia, eli ohuita hiustuppoja, hahmon kasvoilla. Flyaway-hiukset voivat lisätä hiusten realismia. Kuitenkin hiussuortuvat ovat kuvassa varsin paksuja, jolloin hiukset näyttävät vähemmän realistisilta.



Kuva 15. Hiustyyli nimeltä "Skinbyrd" näyttää, kuinka litteä hiustyyli voi vaikuttaa tyylitellyltä ja näin rikkoa realistisen hahmon vaikutelman.

On kuitenkin otettava huomioon, että pelin hiuksia tarkasteltiin yksinomaan pelin sisällä. Pelimoottori onkin voinut vaikuttaa hiusten ulkonäköön. Opinnäytetyössä ei kuitenkaan käsitellä 3D-sovelluksen ulkoisia tekijöitä.

10 HIUKSET JA PELIN SUORITUSKYKY

Suorituskyky on huomattava näkökulma, kun suunnitellaan videopelejä. Tietokoneen suorituskyky määrittää sen, kuinka tarkkoja pelin grafiikat voivat olla. Videopelien hiukset voivat haitata pelin suorituskykyä. Pelin suorituskyky vaikuttaa pelaajakokemukseen.

Keskiarvoisesti nykyaikaisten pelien hiuskorteilla tehdyissä hiuksissa voi olla noin 2000 kolmiota, minkä katsotaan olevan pieni määrä siihen katsottuna, kuinka tehokkaita nykyiset tietokoneet ovat. Kuitenkin tarkemmalla geometrialla on mahdollista luoda yksityiskohtaisempia ja realistisempia hiuskortteja rasittamatta pelin suorituskykyä. Erityisesti ylin kerros hiuksista on ehkä eräs tärkeimmistä, sillä sen sisältämät flyaway-hiukset eli yksittäiset "Lentohiukset" lisäävät realismia verrattuna hiustyyliin, jossa niitä ei ole.

Pelivalmiuden käsite muistuttaa siitä, milloin luotu hiustyyli ei ole valmis lisättäväksi suunniteltuun peliin. Esimerkiksi LODia, eli tarkkuustasoa, voidaan käyttää suorituskyvyn optimointiin. Videopeliteollisuudessa tarkkuustaso mahdollistaa sen, että mallista voidaan piirtää tarkempi versio silloin, kun sitä katsotaan läheltä. Kun malli on kaukana pelaajasta tai kamerasta, mallista piirretään sen versio, jossa on vähemmän yksityiskohtia.

11 MITÄ REALISTISUUS TARKOITTA VIDEOPELEISSÄ?

Tämä luku tarjoaa kattavan määritelmän siitä, mitä tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan realistisella. Opinnäytetyö käyttää tässä kappaleessa määriteltyä käsitettä videopelihuusten realismin arvioinnissa. Tästä syystä on oleellista selittää käsite yksityiskohtaisesti.

Termi realistinen rajataan tässä opinnäytetyössä sellaiseksi, että sitä arvioidaan vertaamalla kohdetta realistisiksi koettuihin, olemassa oleviin videopeleihin. Toisin sanottuna realismia arvioidaan löytämällä samankaltaisuuksia, joita realististen videopelien hiuksilla on. Tämä opinnäytetyö käyttää vertailussa moderneja, realistisia grafiikoita sisältäviä 3D-pelejä, eli pelejä, jotka ovat ilmestyneet vuodesta 2010 eteenpäin.

Aiemmin tässä opinnäytetyössä käsiteltiin, miltä modernit 3D-videopeligrafiikat näyttävät. Tässä kappaleessa käytetään annettuja esimerkkejä määrittelemään realistinen.

Baldur's Gate 3:n hiukset

Baldur's Gate 3:n hiusgrafiikkoja voidaan kuvailla vähintään yksityiskohtaisiksi. Hahmojen hiuksia voidaan tarkastella lähietäisyyeltä jo hahmonluonnin aikana. Hiusten virtaussuunta vaikuttaa luonnolliselta ja uskottavalta.

GTA V:n hiukset

GTA V:n hiuksien ei ehkä voida sanoa olevan realistiset, ainakaan niiden yksityiskohtaisuuden perusteella. Yleisesti kuitenkin osan hiustyyleistä ideointi on voinut auttaa jokseenkin realistisen ulkonäön saavuttamisessa. Toisin sanottuna hiustyyliä ovat tuttuja tosielämästä. Voidaan sanoa, että GTA V:n hiustyyliä imitoivat realistista ulkonäköä, kuitenkin niin, että ne ovat tyyliä.

12 TOTEUTUS

Tässä luvussa käsitellään opinnäytetyön produktio-osion dokumentaatiota. Hiuskorttipohjaisen hiustyylin luonti alkoi hiusten konseptilla eli suunnitelmalla. Tämän jälkeen luotiin Blender-projekti. Tässä luvussa kuvaillaan hiuskorttien kehitys alusta loppuun, mukaan lukien tekstuurien luonti ja itse korttien asetelu hahmon päähän.

12.1 Hiustyylin suunnittelu

Hiusten suunnittelulla tarkoitetaan hiustyylin luomista aina suunnittelusta toteutukseen. Hiusten suunnittelussa kuuluisi huomioida halutun hiustyylin tekstuuri. Hiusten tekstuuri vaikuttaa esimerkiksi hiusten kiiltävyyteen. Tämä puolestaan vaikuttaa hiusten realistisuuteen. Hiustekstuurin valinnassa on otettava huomioon, etteivät kaikki hiustekstuurit käyttäydy samalla tavalla. Esimerkiksi kiharat hiukset nutturalla eivät ole enää yhtä kiharat kaikkialla, joten hiustyylin perusteella suunnitellaan myös hiusmateriaali tekstuureineen.

Referenssikuvat eli kuvat hiustyylistä luovat ensimmäisen vedoksen hiusten visuaalisesta ilmeestä. Referenssikuvien kuuluisi kuvata hiustyyli ainakin edestä, takaa ja sivuilta. Kuvien avulla pystytään päättämään hiustyylin yksityiskohdat ja niiden toteutus. Näiden tietojen pohjalta luodaan veistos, jonka avulla tarkennetaan yksityiskohtia ja hiusten koostumusta.

Kun veistos on valmis, valitaan hiustenluontitapa. Yleisesti käytetty tapa luoda hiuksia on hiuskorttien avulla. Hiusten luonnissa polycount kannattaa suunnitella etukäteen, sillä polycount voi määritellä pelivalmiuden.

Sopivan hiustyylin valinta oli hiusten luonnin ensimmäinen vaihe. Valintaan vaikuttivat tosimailman hiustyyli. Lisäksi hiustyylin ideoinnissa käytettiin mallina nykyaikaisten 3D-videopelien hiustyyliä. Näin hiustyyliä löydettiin tasapaino tosimailman esimerkkien ja videopeligrafiikan väliltä.

Hiustyylin suunnittelussa käytettiin PureRef-nimistä referenssitaulohjelmaa, sillä ohjelma on kevyt, joten sillä voidaan käsitellä useita referenssikuvia ilman, että sovelluksen toiminta hidastuu.

Kerättyen kuvien pohjalta veistettiin hius-3D-malli, jota käytettiin tarkempuna referenssinä itse hiuskortteja aseteltaessa.

Reaalimaailman referenssit

Hiusten suunnittelussa on otettava huomioon, että olemassa on monia eri hiustekstuureja. Tässä kappaleessa käsitellään tosimaailman hiusten ominaisuuksia kuten tekstuuria, väriä ja tapoja, joilla hiuksia yleensä muotoillaan. Hiukset voivat vastata henkilön etnistä taustaa, kulttuuria, luonnetta tai muita ominaisuuksia. Esimerkiksi henkilön sotkuiset hiukset voivat viestiä, että hän on huoleton. Näin ollen videopelihahmon hiukset voivat olla tärkeässä asemassa hahmon uskottavuudelle.

Lecouturier (2018) toteaa, että päätettyä hiustyyliä kuuluisi tutkia tarkemmin. Monet hiustyylit voivat vaikuttaa yksinkertaisilta toteuttaa. Kuitenkin mahdollisimman paljon lähdemateriaalia kannattaa hankkia. Referenssikuvien kuuluisi kuvata hiustyylä eri kulmista ainakin edestä ja sivuilta.



Kuva 16. Hiustyyliksi valittiin keskipitkät hiukset, joissa on aasialainen tekstuuri. (Einolander 2024).

Hiustyyliksi valittiin keskipitkät hiukset (kuva 16) Referenssikuvat hiustyylin takaa, edesät ja sivusta kerättiin PureRef-ohjelmaan. Lecouturierin (2018) mukaan referenssikuvien päälle kannattaa piirtää eri väreillä, jotta hiusten eri osien virtauksen hahmotus helpottuu. Hiusten virtauksella tarkoitetaan yleisesti sitä suuntaa, minne hiukset menevät. Kuvan päälle piirtäminen voi lisäksi

auttaa suunnittelemaan, minkä tyyppisiä hiuskortteja kannattaa käyttää kuhunkin kohtaan hiuksista. Esimerkiksi Lentohiuksset voidaan selvästi erottaa referenssikuvista.



Kuva 17. Kun referenssikuvien päälle piirretään, hiustyylin muodot voidaan hahmottaa selkeämmin.

Kuten yllä olevasta kuvasta 17 näkyy, hiusten kerrokset merkittiin seuraavasti: sinisellä volyyymiä tuovia hiusklustereita eli toisissaan kiinni olevia hiuksia; keltaisella Lentohiuksia eli ohuita viimeistelyhiuksia; ja punaisella hiuksia, joilla hajotetaan hiusmyssyn tekstuuria ja tasaisuutta.

12.2 Blender-projekti

Blender-projekti aloitettiin ja vietiin loppuun Blender-versiolla 4.2. Opinnäytetyön kirjoittamisen aikaan Blender 4.2 LTS oli uusin versio. Yhtenäisen työympäristön ylläpitoa varten versio pidettiin samana koko opinnäytetyön aikana. On hyvä tapa käyttää LTS- tai Long-term support -versiota ohjelmasta, sillä julkaisut ovat vakaimpia. LTS, tai pitkäaikaistuki, tarkoittaa, että ohjelmaa on sitouduttu ylläpitämään tietyn aikaa.

Vakaa ohjelma toimii paremmin eikä välttämättä kaadu yhtä usein. Esimerkiksi hiustyylissä, jossa on korkea polycount, voi kaataa Blenderin. Kaatumisella tarkoitetaan sitä, kun ohjelma lakkaa toimimasta ja sulkeutuu. Tämä voi aiheuttaa edistyksen menetyksen hiustenluonnissa, jos projektia ei ole tallennettu. LTS-versiolla Blenderistä kaatuminen on vähemmän todennäköistä. Näin olle hiustyylin työstämiseen on valittu 4.2 LTS, sillä näin työskentely voi olla tehokainta.

Hiuskorttihuusten luonnissa Blenderissä käytetään työkaluja kuten sculptDraw, elastic deform ja grab. Kaikki nämä ovat veistämistyökaluja ja niiden avulla luodaan hiuskorttimallina toimivan hiusveistoksen alkuvaihe. Veistotyökaluille asetettiin use unified strength- ja use unified radius- asetukset, jotta niiden säädöt säilyisivät samoina työkalua vaihtaessa.

Veistäminen

Kuvat saattavat jossain määrin riittää malliksi hiuskorttihuksia luodessa. Kuitenkin eräs lisäaskel voidaan ottaa, jotta luotavaa hiustyyliä ymmärretään paremmin, mikä puolestaan voi lisätä hiusten realismia. Tämä lisäaskel on hiusmallin veistäminen. Veistettyjen hiusten tarkoitus on auttaa ymmärtämään hiusten siluettia ja massaa (Lecouturier 2018).

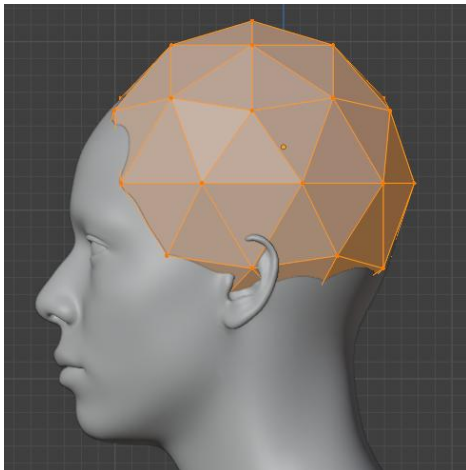
Veistämisen lopputuloksena on yhtenäinen mesh, joka kuvaa hiustyyliä, joka myöhemmin luodaan hiuskorteilla. Hiusveistosta ei kuulu sekoittaa tässä opinäytetyössä aiemmin käsiteltyihin kiinteisiin hiuksiin. Tässä kappaleessa veistetyssä mallimeshissa voi olla suuri polycount, jolloin se ei olisi pelivalmis sellaisenaan.

Kuten Pennala (2023) ehdottaa, mallimeshin veistäminen mahdollistaa luonnollisemmalta tuntuvan työnkulun. Tämä tarkoittaa sitä, että lopputuloskin voi näyttää realistisemmalta. Polygonaalinen mallinnus on toinen tapa, jolla 3D-referenssimateriaalia voidaan luoda. 3D-referenssimateriaali on hyödyllistä myös hiuskortteja asettaessa. Polygonaalinen mallinnus saattaa mahdollistaa kyseisen mallimeshin verteksien tarkemman muokkauksen. Kuitenkin polygonaalisella mallinnuksella malliin voi olla vaikea saada yksityiskohtia.

Hiusmeshin veisto aloitettiin Icosphere-Blender-privitiivistä. Veistäminen alkoi low polyna, ja suurimpien yksityiskohtien luonnin jälkeen käyttöön otettiin Multires-modifieri, joka mahdollistaa korkearesoluutioisen työskentelyn ilman, että se haittaa Blenderin suorituskykyä. Veistämisessä mallina käytettiin referenssikuvia. Hiukset veistettiin Blenderin Human Base Meshes v1.2 -assetista löytyneelle realistiselle pää-3D-mallille. Termiä asset käytetään tässä opinäytetyössä termin resurssi synonyyminä.

Veistäessä alkuvaiheessa käytettiin grab- ja elastic deform -työkaluja asettelemaan icosphere-primitiivi pään ympärille tasaisesti (kuva 18). Hiukset ovat perusgeometrialtaan molemmin puolin symmetriset, joten symmetriamodifieria käytettiin nopeuttamaan työnkulkua. Mallin tarkentuessa se remeshattiin, eli mallin topologia luotiin uusiksi. Näin päästiin eroon veistäessä vääristyneestä geometriasta.

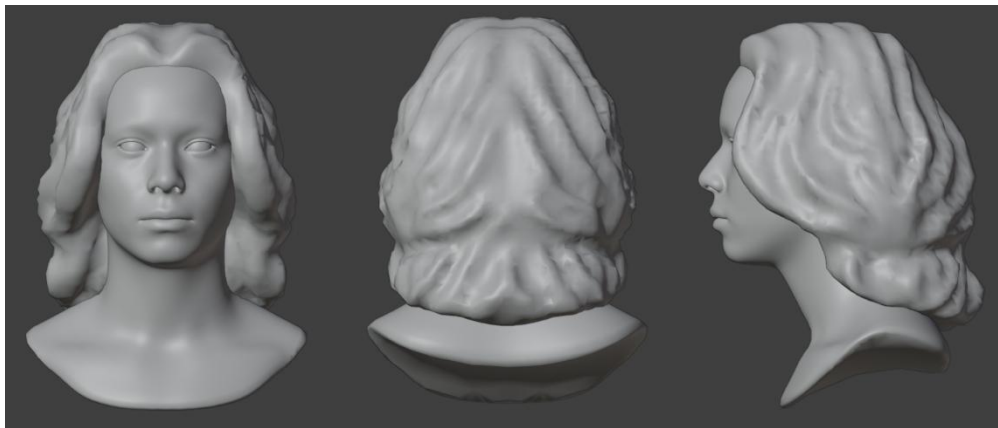
Edellä mainituilla työkaluilla luotiin mallin siluetit edestä, sivuista, takaa ja ylhäältä. Tämän jälkeen malliin luotiin keskitason yksityiskohdat. SculptDraw-työkalulla mallia voidaan muokata helpommin syvyys suunnassa, mikä on tarpeellista mallin monimutkaistuessa.



Kuva 18. Hiusveistos aloitettiin icosphere-primitiivistä.

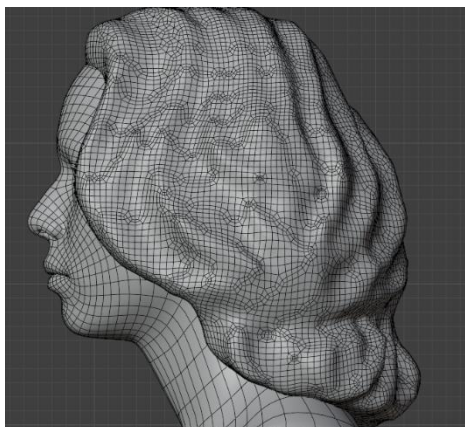
Crease- layer- ja clay strips -työkaluja käytettiin yksityiskohtien luonnissa. Layer- ja clay strips -työkaluilla ei ole oletuspikanäppäintä, mikä puolestaan hidastaa veistämistä, joskin pikanäppäimen voi asettaa haluamakseen. Kuitenkin on otettava huomioon, että pikanäppäin on oltava vapaa eikä käytössä jollekin muulle toiminnolle. Blenderissä on useita pikanäppäimiä ja ne löytyvät asetuksista.

Kuten alla olevasta kuvasta 19 näkyy, geometrian resoluutio ei riitä enempiin yksityiskohtiin ilman, että meshiin muodostuu artefakteja. Näin ollen lisäyksityiskohtien lisäämiseksi käyttöön otettiin multires-modifier.



Kuva 19. Hiusveistos karkeilla yksityiskohdilla.

Mainittakoon, että veistosmeshin geometria ei ole optimaalista, mistä syystä tarvitaan enemmän geometriaa yksityiskohtien lisäämiseksi, mikä puolestaan haittaa suorituskykyä, kuten alla olevasta kuvasta 20 näkyy.



Kuva 20. Hiusveistoksen topologia

Multires-modifierin avulla veistokseen lisättiin loput yksityiskohdat (kuva 21). Tässä vaiheessa mesh oli vielä kokonaan symmetrinen. Meshiin lisättiin ensin symmetriset yksityiskohdat, jonka jälkeen symmetriamodifieri poistettiin epäsymmetristen yksityiskohtien veistämistä varten. Lopullinen hiusveistos sisälsi noin 40,000 kolmiota.



Kuva 21. Lopullinen hiusveistos

Tärkeintä hiusveistoksessa on se, että siitä näkyy hiusten virtaussuunta. Veistoksen avulla hiusten virtaussuunnasta saadaankin yhtenäinen käsitys. Toisaalta pelkät mallikuvatkin saattaisivat riittää malliksi hiuskorttien asetteluun.

12.3 Hiuskorttikerrokset

Hiuskorttipohjaiset hiustyyliit koostuvat useista erilaisista hiuskorteista. Hiuskorteilla on eri ominaisuudet riippuen kerroksesta, joissa niitä käytetään hiustyyliissä. Esimerkiksi Lentohiukset ovat ylimmässä hiuskorttikerroksessa ja kaikkien muiden hiusten päällä. Tässä kappaleessa kuvataan yleisimpiä hiuskorttikerroksia ja kuvataan kunkin tehtävää tässä hiustyyliissä.

Hiusmyssy

Useimmissa hiuskorttipohjaisissa hiustyyliissä on hiusmyssy. Niin tässäkin hiustyyliissä. Hiusmyssy on tässä opinnäytetyössä kaikista alimmassa hiuskerroksessa. Vaikka se jää lopulta lähes piiloon, päänahan piilottaminen varhain on tärkeää, jotta se ei häiritse ylempien korttikerrosten asettelua. Ylempien hiuskorttikerroksen alla päänahan näkyminen voi rikkoa hiusten realistisuuden. Tarkoituksenmukaisesti kaljuilla tai ajelluilla alueilla hiusmyssyssä kuuluisi olla sopiva tekstuuri. Hiusmyssy voidaan jättää pois alueilta, joilla ei ole ollenkaan hiuksia.

Hiusmyssyn puuttuminen on helposti huomattavissa. Hiusmyssy voi kuitenkin olla yksinkertaisin osuus hiuskorttahiusten tekemisessä. Hiusmyssyn päätarkoitus on varmistaa päänahan peittäminen rajatapauksissa kuten tilanteissa, joissa hiuksia katsotaan matalista kulmista. Alla olevasta kuvasta 22 näkyy,

kuinka yksinkertainen, läpinäkymätön hiusmyssy piilottaa päänahan kokonaan, myös ylhäältäpäin katsottuna.



Kuva 22. Ilman hiusmyssyä hahmon päänahka näkyy selvästi, kuten kuvan vasemmanpuoleinen hahmo havainnollistaa (Einolander 2024).

Hiusmyssyn tekstuuri voi olla lähes läpinäkymätön. Hiusmyssy luo kiinteän pohjan ylempien kerrosten hiuksille. Kuten alla olevasta kuvasta 23 näkyy, hiusmyssyllä voidaan luoda myös esimerkiksi nutturan sisin kerros.



Kuva 23. Hiusmyssyn hiuskortteja voidaan käyttää luomaan hiustyylin perusmuodot, kuten nutturan sisin kerros.

Hiusmyssy on tärkeää riippumatta siitä, ovatko ylemmät hiuserrokset hyvin lähellä päänahkaa vai tuuheasti pään ympärillä. Ylhäällä olevan kuvan hiusten muoto muistuttaa hiusmyssyä itsessään, mutta lähemmältä katsomalta hiusrajassa näkyy esimerkiksi Lentohiuksia. Hiusrajan hiuskorttien tehtävä on pehmentää päänahan ja muun ihon, esimerkiksi kasvojen rajaa. Hiukset, kuten

yllä olevassa kuvassa, näyttävät, kuinka eri hiuskorttikerrokset yhdessä luovat realistisen vaikutelman.

Keskikerroksen hiukset

Keskikerroksen hiukset luovat volyyymiä hiuksiin sekä luovat vaihtelua hiussyssyn tekstuuriin ja muotoon. Tässä tapauksessa keskikerroksen hiukset muodostavat mm. *curtain bangs* eli verho-otsahiukset, jotka ovat tyylin oleellisimpia osia. Sanotaankin, että kasvojen alueen hiukset ovat tärkeimmät saada näyttämään hyviltä.

Keskikerroksen hiusten tehtävä on toimia pohjana ohuemmille hiuserroksille kuten Lentohiuksille. Näin hiuskorttien tuuheutta tai läpinäkyvyyttä saadaan vaihteellisesti vähennettyä – kalloa lähimpänä olevat hiukset ovat luonnollisesti tiiviimmin yhdessä.

Keskikerroksen hiukset voivat olla klustereina eli toisissaan kiinni olevina hiuksina, kuten työssä kehitettävissä hiuksissa. Toisaalta kaikki keskikerroksen hiukset eivät ole klustereina. Erinäköisiä keskikerroksen hiuksia käytetään yhdessä luomaan vaihtelua hiusten muotoon ja tekstuuriin.

Lentohiukset

Lentohiukset ovat hienoja, ohuita hiuksia, joita käytetään luomaan yksityiskoh-
tia ja loppusilauksia hiusten uloimmalle kerrokselle. Tässä hiustyyliässä Lentohiuksia on etenkin otsahiusten ja hiusten yläosan sekä takatukan alueella.

Hiusrajan hiukset

Nämä hiukset ovat ehkä kaikista tärkeimmät, mitä tulee hiuskorttahiusten viimeistelyyn. Ne pehmentävät hiusten ja kasvojen rajaa. Hiusrajan hiukset ovat miltei huomaamaton loppusilaus, joka näkyy tässä tapauksessa vain otsan keskijakauksen alueella, sillä siellä laskeutuvat hiukset eivät peitä päänahan ja hiusten rajaa. Hiusrajan hiusten lisääminen siis tässä tapauksessa ei tuota paljoa vaivaa ja lisää hiusten uskottavuutta.

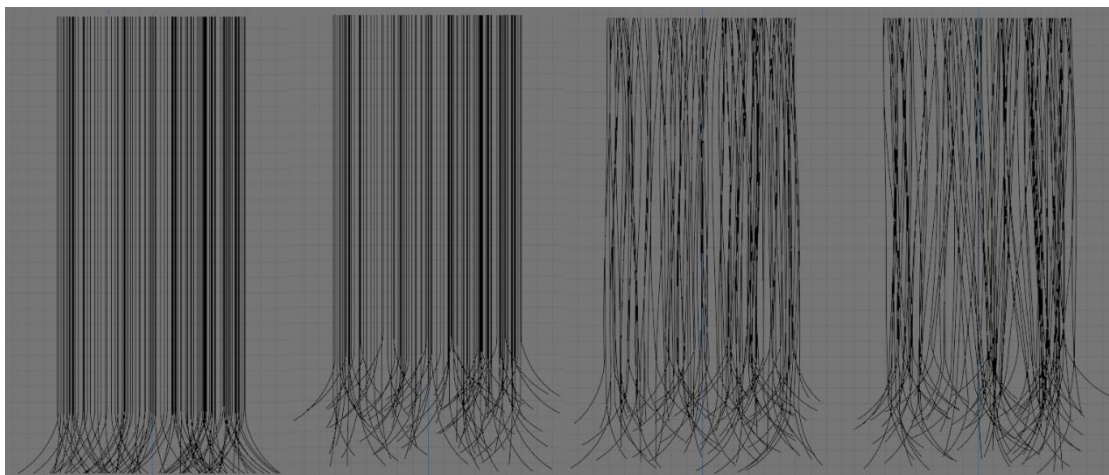
12.4 Hiuskorttien tekstuurit

Hiusveistoksen valmistuttua palattiin lisäksi tarkastelemaan referenssikuvia, jotta voitaisiin suunnitella itse hiuskorttien tekstuurit. Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, jokainen hiuskorttikerroksen hius tarvitsee oman tekstuurinsa. Näin ollen ainakin yksi tekstuuri on luotava per kerros. Toisaalta tekstuurien toistuvuutta sekä korttien vääränlaista käyttöä on vältettävä ja tästä syystä onkin tärkeää luoda erilaisia tekstuurivaihtoehtoja saman hiuskorttikerroksen hiuskorteille.

Kaikki hiuskortit luotiin valmiiksi ennen asettelua. Näin hiuskortteja oli kätevää kopioida ja liittää hahmon päähän. Edellisessä kappaleessa määritettiin hiuslyylissä tarvittavat hiuskorttikerrokset, ja tässä kappaleessa kullekin luodaan tekstuurit. Tekstuurit luodaan varsinaisista hiustuppomalleista bake-renderöintitekniikalla. Tätä varten on luotava hiustuppomallit.

3D-mallit tarvittavista hiustupoista luotiin alussa particle systemillä. Particle systemillä kustakin plane-primitiivistä kasvatettiin noin 100 hiusta. Hiusten pituudeksi asetettiin 30 cm ja segmenteiksi 12, sillä näin niihin saadaan enemmän muotoa. Jotta hiusten muoto näkyisi, viewport asetettiin rendered-näkymään ja renderöintimoottoriksi asetettiin Cycles.

Kutan alla olevasta kuasta 24 näkyy, hiusten muokkaamiseksi käytettiin Blenderin hiusasetteja kuten Roll hair curvesia, joka geometrianoodien avulla muuttaa hiusten muotoa. Roll hair curvesin avulla hiusten latvat saatiin kiertymään, mikä on realistista, sillä hiusten latvat kiertyvät usein, joko hiustekstuurista tai niiden vaurioitumisesta johtuen.



Kuva 24. Hiustuppon muotoa hallittiin curve-modifierien avulla. Modifierit kuuluvat Blenderin hiusasseteihin.

Hiustuppojen muokkauksessa käytettiin seuraavia modifiereita:

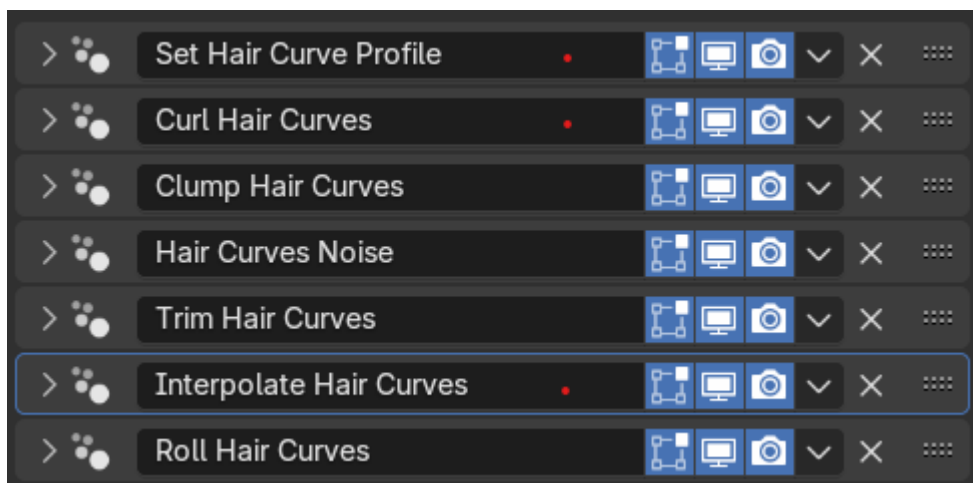
1. Roll hair curves
2. Trim hair curves
3. Clump hair curves
4. Hair curves noise

Modifierit käsitellään laskevassa nousevassa järjestyksessä, eli ylimpänä olevat modifierit käsitellään ensin.

Tätä varten hiustuppo-objektin on kuitenkin oltava curve-tyyppinen. Hiukset voidaan muuttaa curveiksi modifier-näkymän kautta muuttamalla ne ensin meshiksi, jonka jälkeen ne voidaan muuttaa edelleen curveiksi.

Curve-tyyppiset hiukset eivät näy kolmiulotteisena meshinä edes Cycles-renderöintimoottorissa, vaan ne näkyvät ikään kuin edgeinä eli viivamaisena geometriana.

Edellä mainitusta syystä hiukset kannattaakin käsitellä hair curves- tyyppisinä tavallisten curvejen sijaan. Näin ollen hiusmeshinä toimivan objektin kannattaa olla tyypiltään hair curve eikä curve. Hair curve -tyyppinen objekti on suunniteltu käytettäväksi etenkin hiusten luonnissa. Toisin kuin curve-tyyppisessä objektissa, hair curve -tyyppisessä objektissa hiukset saa kolmiulotteiseksi modifierilla (kuva 25). Curve-tyyppisessä modifierissa hiukset voidaan muuttaa kolmiulotteiseksi objektidataominaisuuksista, mutta se rikkoo hiusten muodon.



Kuva 25. Hair curves -tyyppisessä objektissa hiukset saadaan kolmiulotteiseksi set hair curve profile -modifierilla.

Hiusmyssy

Hiusmyssyn tekstuurille tärkeintä on, että se peittää koko päänahan.

Välikerroksen hiukset

Välikerroksen hiuksilla rikotaan hiusmyssyn toistuvuutta sekä luodaan hiuksiin syvyyttä.

Lentohiukset

Lentohiusten tekstuuri koostuu ohuista, pitkistä hiuksista.

Hiusrajan hiukset

Hiusrajan hiusten tekstuuri koostuu ohuista, lyhyistä hiuksista.

Kuten alla olevassa kuvasta 26 näkyy, hiuskortitekstuureista tehtiin mahdollisimman monimuotoiset, kuitenkin pitäen mielessä hiustyylin suorahkon tekstuurin. Tekstuureihin kuitenkin lisättiin kiharamodifierilla hieman sähköisyyttä ja muotoa, sillä hiustyylillä on muotoiltu.



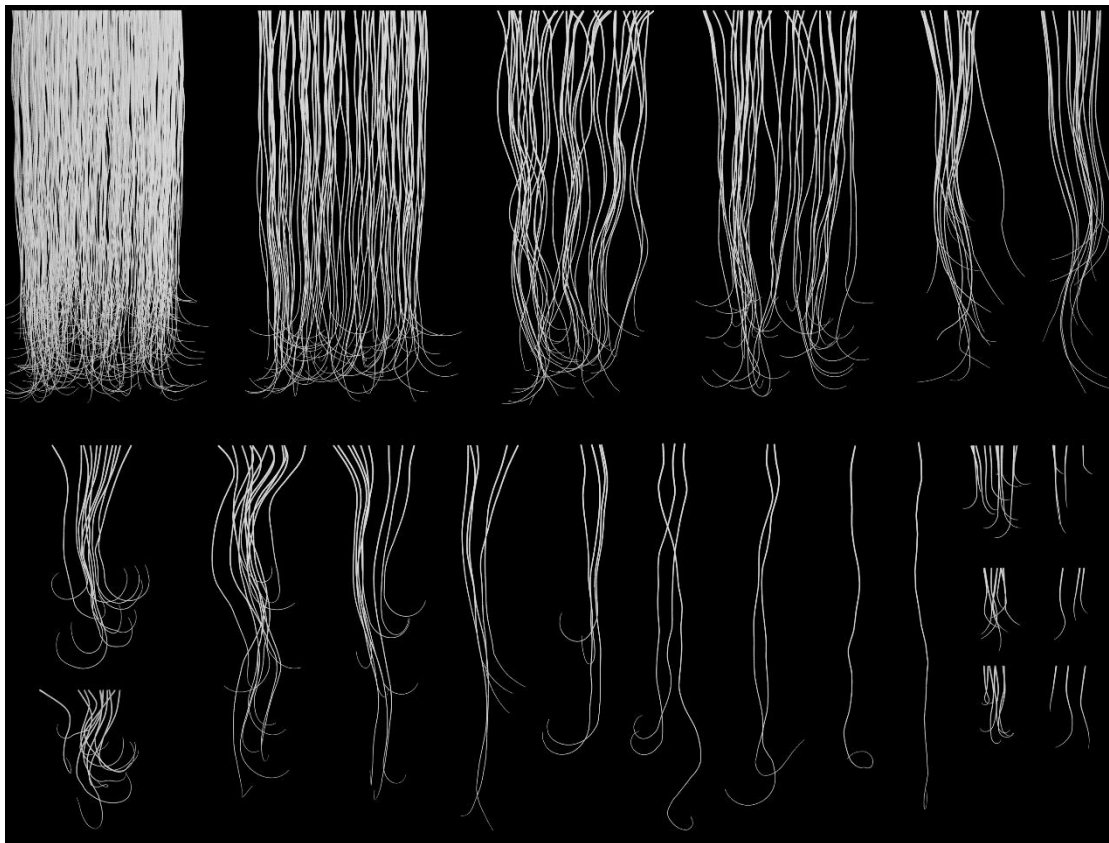
Kuva 26. Lopulliset hiustuppomeshit Blenderin viewportissa.

Yllä oleva tekstuuri toimii hyvin hiuskorttimateriaalin alfakarttana. Alfakartan luominen bake-renderöintitekniikalla onnistuu helposti, renderöimällä kuva ortografisella kameralla. Alfakartta luodaan bake-renderöintitekniikalla resoluutiassa 2766 x 2091 px, mikä on tarpeeksi, ottaen huomioon hiusten koon ja katsojäläisyyden. Kyseinen resoluutio valittiin hiuskorttien taustalla olevan mustan alueen koon perusteella, kerrottuna 2.5:llä.

Jotta alfakartta voidaan luoda bake-renderöintitekniikalla, on ensin unwrapattava plane-primitiiviobjekti. Luotu objekti sisältää kaikki kortit, ja ennen hiuskorttien asettelua ne ikään kuin leikataan siitä irti.

Projektiin lisätään kamera, joka suunnataan hiustuppomesheihin ortograafisella perspektiiviasetuksella. Kuvan luominen bake-renderöintitekniikalla tapahtuu aktiivisen kameran kautta, renderöimällä mustavalkoinen kuva hiustupoista. Tämän kuvan avulla luodaan mm. normaalikartta myöhemmin.

Karttoja ei kannata siis luoda bake-renderöintitekniikalla suoraan mesheistä, sillä hiusten muunto meshiksi vie aikaa ja suorituskykyä. Hiustupot valaistiin tilavalolla kameran suunnasta, jotta niiden yksityiskohdat saataisiin talteen.



Kuva 27. Resoluutiassa 2766 x 2091 px renderöity mustavalkoinen kuva toimii mm. hiuskorttien alfakarttana.

Kuten yllä olevasta kuvasta 27 näkyy, ortograafisesti renderöimällä luotu alfakartta näyttää lähes samalta kuin Blenderin viewportista otetussa kuvakaappauksessa. Suurempiresoluutioista, cyclesissä renderöityä alfakarttaa voidaan käyttää hiuskorttien materiaalina.

Alfakartan jälkeen luotiin normaalikartta. Normaalikartan avulla hiustekstuureista saadaan realistisemmat, sillä näin niihin tuodaan kolmiulotteisuutta. Normaalikartan värit ilmaisevat verteksinormaalit eli suunnat, joihin kukin pikseli osoittaa (kuva 28).



Kuva 28. Hiuskorttien normaalikartta

Normaalikartta luotiin displace-modifierilla käyttäen alfakarttaa muokkaamaan subdivoidun plane-primitiivin geometriaa. Planesta, kuten alfakartassakin, renderöitiin kuva ortograafisella kameralla, mutta tällä kertaa renderöintimoottorinä käytettiin workbenchiä. Workbenchin avulla planen väri muuttui sen geometrian mukaan. Normaalikartan luominen bake-renderöintitekniikalla näin vei vähemmän aikaa ja suorituskykyä verrattuna aiempaan yritykseen luoda normaalit bake-renderöintitekniikalla suoraan hiustuppomesheistä.

Ambientti okklusio simuloi hiustenvälisiä varjoja. Kyseinen kartta voidaan luoda bake-renderöintitekniikalla alfakarttaa käyttäen. Luodun tekstuurikartan kontrastia voidaan säätää, jolloin hiustenvälisistä varjoista saadaan erottuvammat. Karttaa voidaan säätää reaaliaikaisesti Blenderin color ramp -tekstuurinoodia käyttäen.

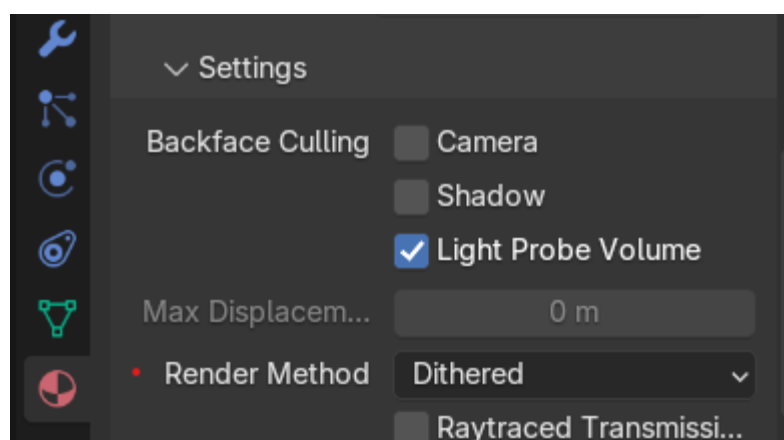
12.5 Tekstuurien lisääminen hiusmateriaaliin

Jotta hiusten tekstuureita saadaan käytettyä, on ne liitettävä materiaaliin. Tämä onnistuu Blenderissä mm. tekstuurinoodieditorilla rendering-välilehdessä. Tekstuurinoodieditorin käyttö on suhteellisen yksinkertaista intuitiivisten valikoiden ja hakutoiminnon avulla.

Alfakartta

Tekstuurien lisääminen alkoi alfakartasta. Alfakartta ei sellaisenaan toiminut odotetulla tavalla, vaan teki muiden alueiden lisäksi hiuksista hieman läpinäkyvät. Tämä johtui siitä, että tekstuurin valkoiset osiot, jotka kuvaavat läpinäky-mättömyyttä, eivät todellisuudessa olleet täysin valkoisia. Tekstuurikartan värejä hienosäädettiin reitittäen se color ramp -noodin avulla, jossa sen värejä muokattiin noodin gradienttikahvoja käyttäen.

Blender 4.2.2:n materiaalieditori eroaa aiempien versioiden editoreista siten, ettei olemassa ole enää alpha blend, alpha hashed tai muita asetuksia hallitsemaan sitä, kuinka materiaalin läpinäkyvyyttä käsitellään. Työssä käytetyn Blender-version editorin käyttäjä oletuksenaan dithered-asetusta, joka löytyy render method -valikosta (kuva 29). Toisena asetuksena on blended. Blended ja dithered -asetukset vastaavat jotakuinkin edellisissä versioissa olleita alpha blend ja alpha hashed -asetuksia. (Eevee, Transparency & Blender 4.2+ s.a.)



Kuva 29. Dithered-renderöintimetodi korvaa Blenderin aiempien versioiden alpha hashed -asetuksen.

Blended- ja dithered- asetusten ero on se, että dithered-asetuksella tekstuurin läpinäkyvät asetukset näyttävät rakeisilta. Blended-asetuksessa näin ei tapahdu, mutta ongelmia esiintyy, missä päällekin olevat meshit eivät renderöidy oikealla tavalla. Jälkimmäinen vaihtoehto siis vaikuttaa hiuskorttimateriaaliin negatiivisesti, joten päädyttiin dithered-asetukseen. (Eevee, Transparency & Blender 4.2+ s.a.)

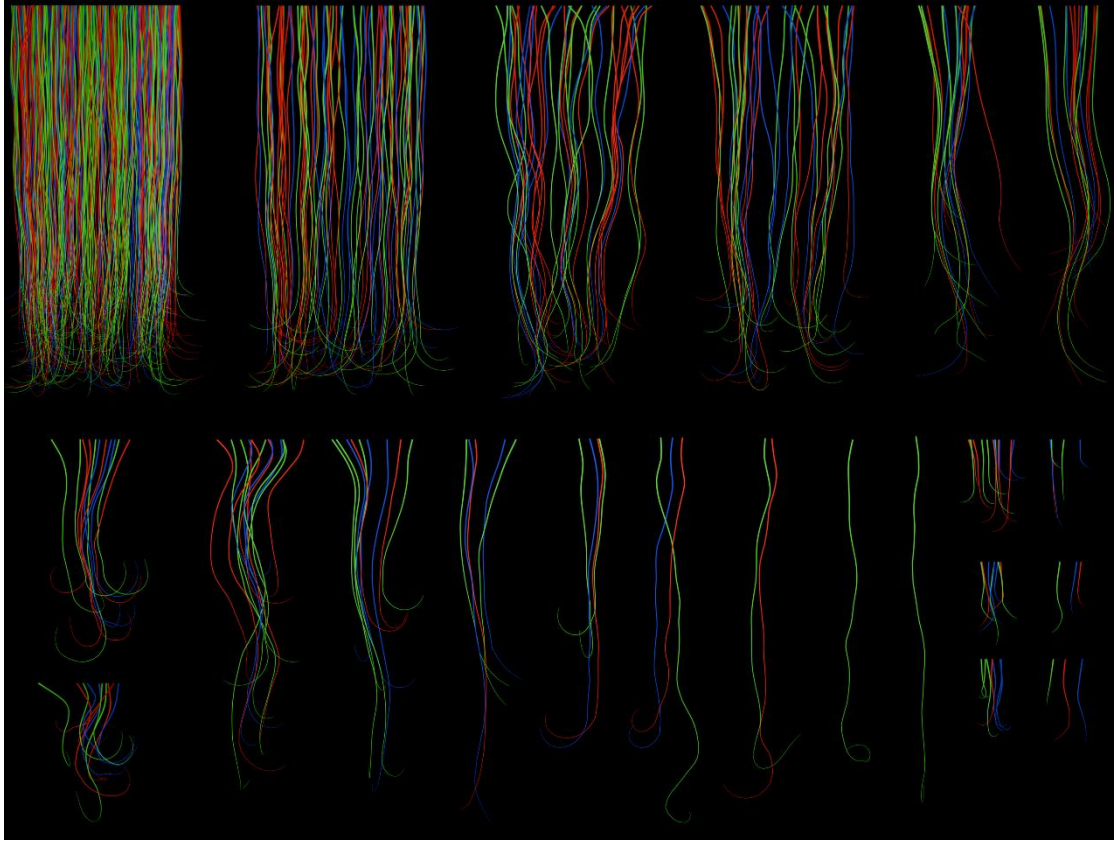
Normaalikartta

Normaalikartta lisää hiuksiin kolmiulotteisuutta etenkin silloin, kun valo osuu niihin.

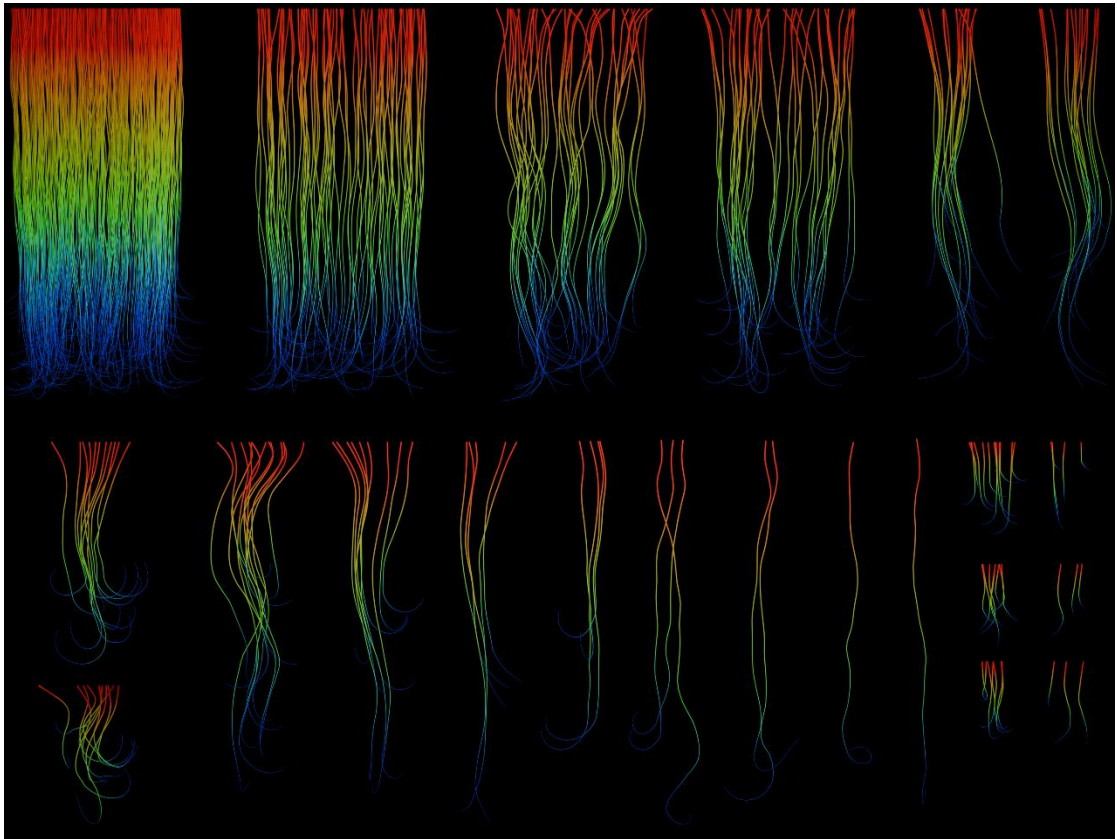
Normaalikartta voi olla objekti- tai tangenttityyppinen. Tangenttinormaalien käyttö kannattaa, sillä tangenttinormaalit mukautuvat tangenttiin esimerkiksi objektia käännettäessä. Toisin sanottuna normaalit osoittavat aina suuntiin suhteessa 3D-tilaan. Voidaan sanoa, että tangenttinormaalikarttaa käyttävän hiustyylin normaalit mukautuvat ympäristöön ja sen valaistukseen, jolloin esimerkiksi hiustyylin varjot näyttävät realistisemmilta.

Albedoon liittyvät tekstuurit

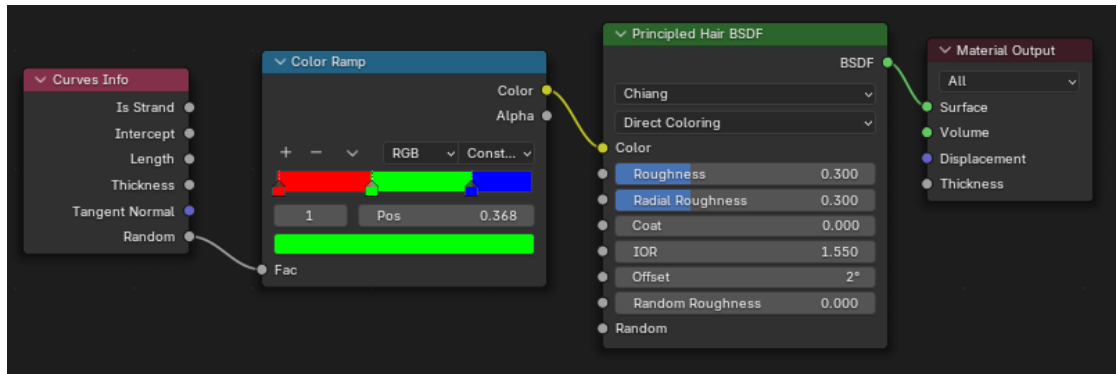
Hiuskorttien albedo määrittää hiusten perusvärin. Vaikka hiukset ovat mustat, voidaan hiuksiin lisätä pieniä sävyeroja tuomaan realismia. Kuten alla olevista kuvista 30, 31, 32, 33 näkyy, hiusten perusväriä voidaan säätää reaaliaikaisesti kanavakarttojen avulla. Kanavakartat generoitiin samalla menetelmällä kuin alfavärikarttakin. Osa hiuksista värjättiin siniseksi, vihreäksi ja punaiseksi käyttäen Blenderin hiusmodifiereita. Kanavien lopullisia värejä voidaan muokata materiaalin asetuksissa separate color -noodilla.



Kuva 30. Hiusten väriin saadaan vaihtelua jakamalla ne eri väreihin RGB-kanaviin.



Kuva 31. Noodeilla luodulla liukuvärikartalla voidaan muokata hiusten latvojen, juurten ja keskiosuuden väriä.

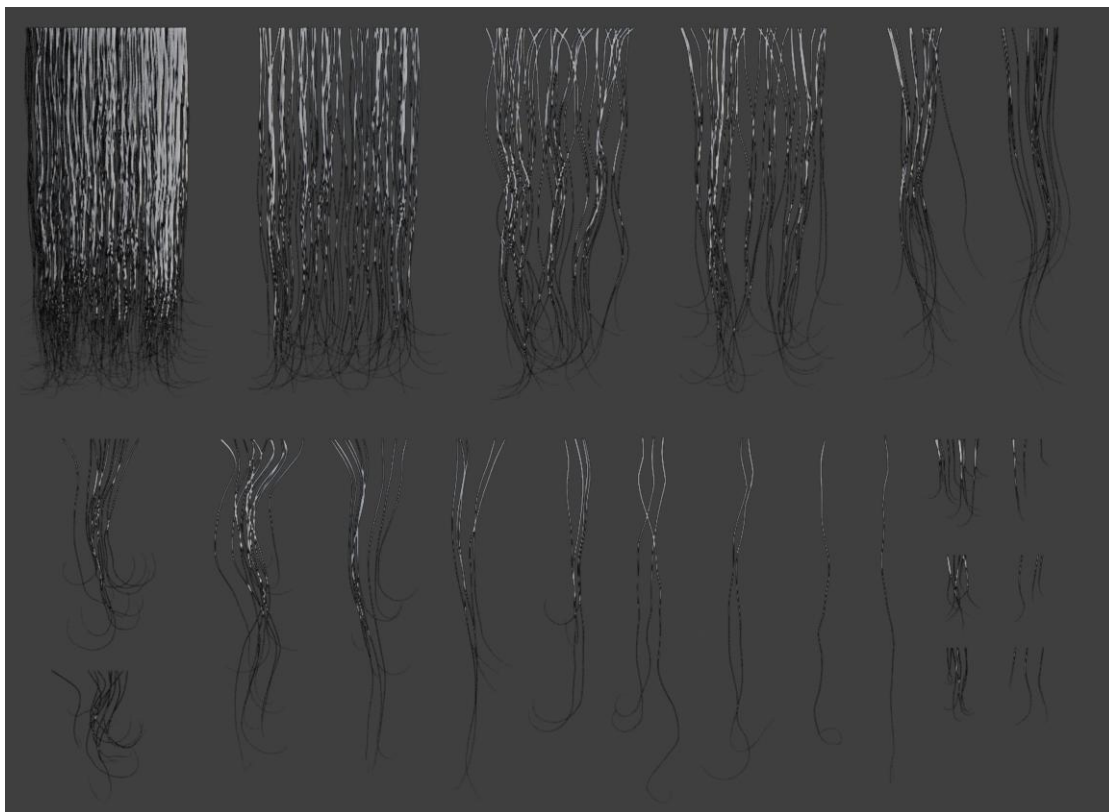


Kuva 32. Hiuskurvien värejä voidaan muuttaa Curves Info-noodin avulla.

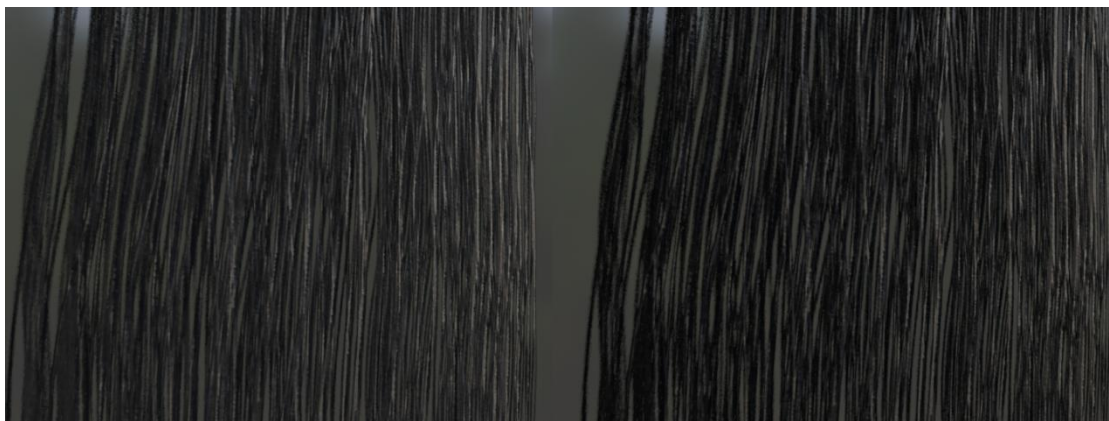


Kuva 33. Albedokarttaa hienosäädettiin tekstuuriinoodilla.

Myös alla olevan kuvan 34 ambientti okklusiokartta lisättiin materiaalin perusväriin. Ambientilla okklusiolla simuloidaan hiustenvälisiä varjoja. Kartta luotiin mustavalkoisesta albedokartasta ja se asetettiin tummentamaan lopullista albedokarttaa multiply-noodia käyttäen. Kuvassa 35 näkyy ambientin okklusiokartan vaikutus hiuskorttien realismiin. Kartan avulla hiuksiin saadaan pakotettua teeskenneltyjä varjoja.

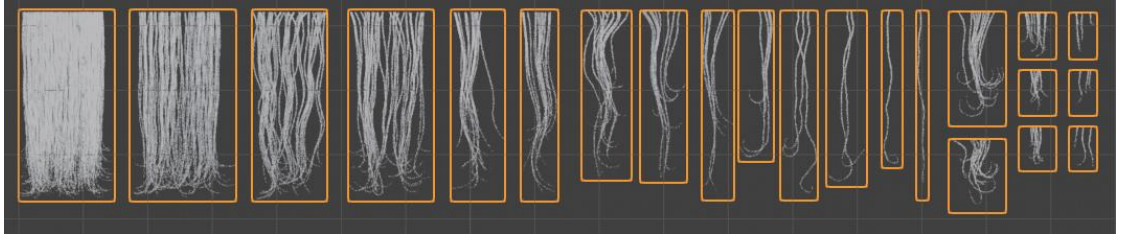


Kuva 34. Ambientti okklusiokartta luotiin säätämällä mustavalkoisen albedokartan värejä. Karttaa käytettiin tummentamaan korteissa kuvitteellisesti kauempana olevia hiuksia albedokartan eli materiaalin perusvärin avulla.



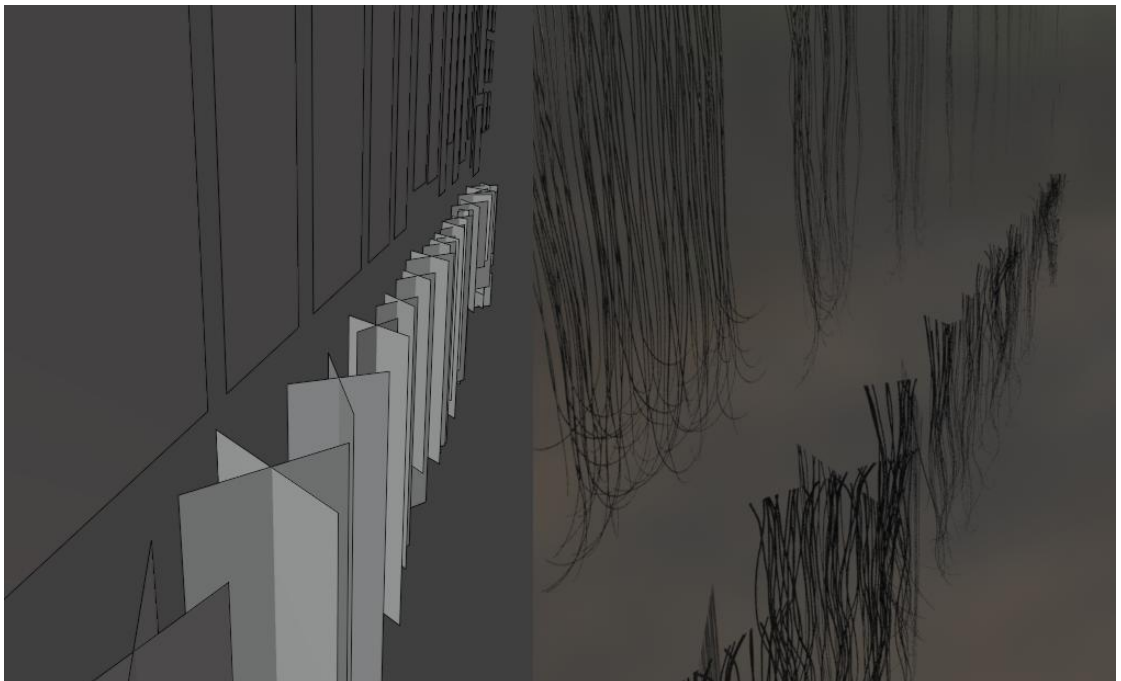
Kuva 35. Ambientilla okklusiokartalla hiusmateriaaliin voidaan luoda varjoja.

Viimeistelyvaiheessa hiuskortit irrotettiin toisistaan niiden asettelua varten. Jokaisesta kortista tehtiin oma objektinsa. Alla olevassa kuvassa 36 korttien materiaali koostuu normaali- ja alfabartoista. Korttien irrotus toisistaan ei haittaa lisätekstuurien luomista bake-renderöintitekniikalla, sillä niiden UV-koordinaatit pysyvät samoina.



Kuva 36. Hiuskortit leikattiin irti alkuperäisestä planesta.

Hiuskorttien itsessään ei tarvitse olla kaksiulotteisia, vaan kortteista voidaan tehdä tuppoja asettelemalla kortteja ristiin toistensa kanssa. Kuten alla olevasta kuvasta 37 näkyy, näin tehdyt hiustupot näkyvät useammasta katselukulmasta, etenkin sivusta katsottuna. Tämä luo hiuksiin syvyyttä.

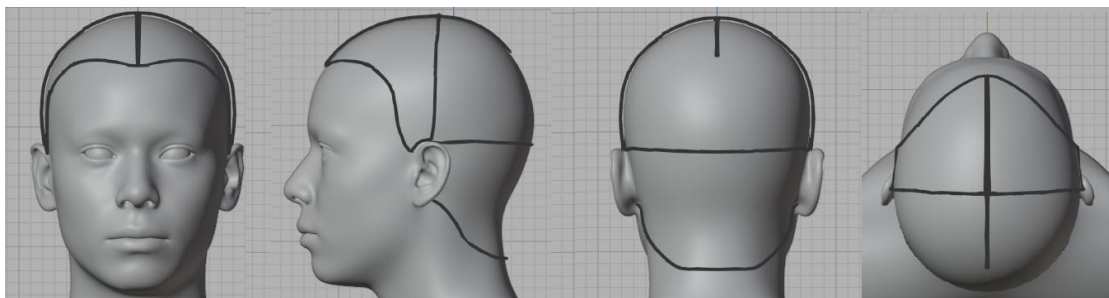


Kuva 37. Hiuskorteista saadaan tuuheimmat asettelemalla niitä ristiin toistensa kanssa.

Kun kortteja asetellaan ristiin toistensa kanssa, ne näyttävät tuuheimmilta. Korttituppojen käyttö voikin olla tehokkaampaa verrattuna yksittäisten korttien aseteluun, mikäli tarkoitus on saada hiuksiin syvyyttä. Lisäksi kolmiulotteisia kortteja käyttäessä voi yksittäisten hiuskorttien geometriaa olla hankalampi erottaa valmiista hiustyylistä.

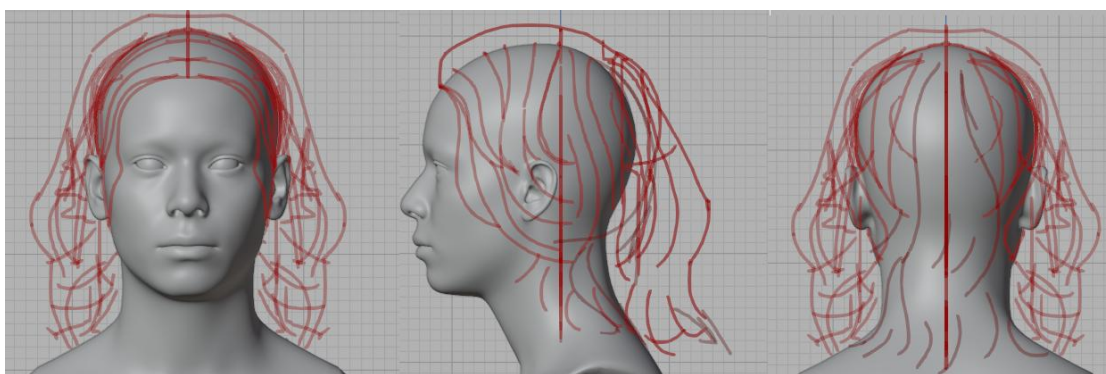
12.6 Hiuskorttien asettelu

Ennen hiuskorttien asettelua kannattaa suunnitella, mistä hiuskortit alkavat hahmon päässä. Tätä varten Blenderissä voidaan piirtää hahmon päähän grease pencil -työkalulla (kuva 38).



Kuva 38. Hiusmyssyn alueet. Grease pencil -objektiin piirretyt viivat merkitsevät mm. hiusrajan ja keskijakauksen. Viivoja käytetään hiusmyssyn korttien asettelussa.

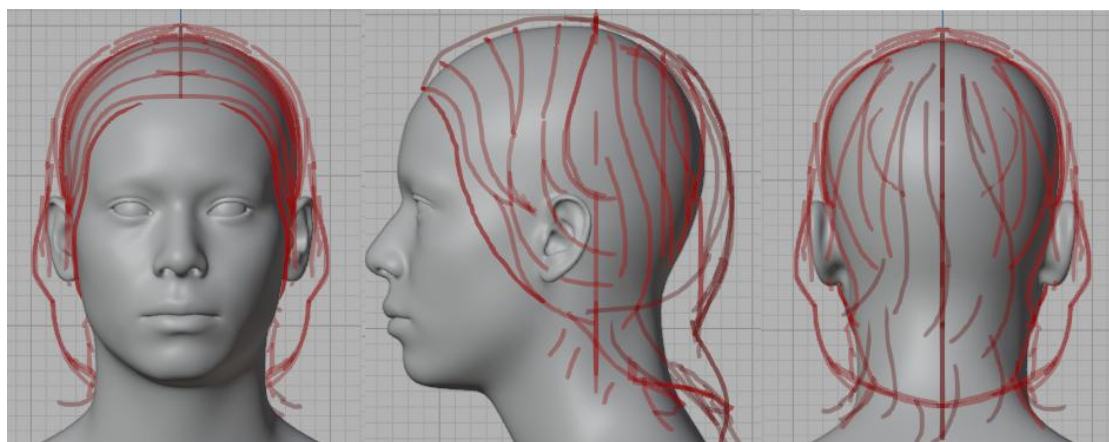
Hahmon päänahka on rajattu yllä olevan kuvan mukaisesti niin, että se vastaa oikean ihmisen päänahan rajoja. Kuitenkin kuten alla olevasta kuvasta 39 näkyy, hahmon hiukset peittävät lähes kaiken alueen hiusrajasta. Piiloon jäävillä hiusrajan alueilla ei hiuskorttien virtaussuunta ole välttämättä yhtä merkityksellistä kuin mallikuviiin merkityllä virtaussuunnilla.



Kuva 39. Grease pencil -työkalulla voidaan merkitä hiusten suunta. Kuvassa on merkitty lopullisten hiusten siluetti ja yksityiskohdat. Kuva sisältää paljon päällekkäisiä merkintöjä, mikä voi hankaloittaa niiden tulkintaa.

Alla olevassa kuvassa 40 näkyy hiusmyssyn suunnitelma. Hiusmyssyn päätarkoitus on varmistaa, että hahmosta ei näy paljasta päänahkaa siellä, missä

sitä ei haluta olevan. Lisäksi hiusmyssyllä voidaan käsitellä rajatapaukset kuten tilanteet, joissa hiuksia katsellaan alhaisista kuvakulmista. Hiusmyssyn tekstuuri voikin tarkoituksenmukaisesti olla läpinäkymätön. Lopullinen hiustyyli peittää hahmon korvat kokonaan. Kuvassa oleva hiusmyssy varmistaa, ettei niitä varmasti näy.



Kuva 40. Hiusmyssyn siluetti suunniteltiin lopullisten hiusten siluetin perusteella.

Hiusmyssyn ei kuitenkaan tarvitse peittää muuta kuin hahmon todellinen päänahka (kuva 38). Hiusmyssyä suunnitellessa voidaankin miettiä, kannattaako hiusmyssyä laajentaa peittämään suurempi osa hahmon päästä. Hiusmyssyn laajentamisella tässä tapauksessa tarkoitetaan sitä, kun myssykorteilla muodostetaan päänahkaan peite, joka ei ole ihon tiukka kopio alkuperäisestä päänahasta. Koska hiusmyssy on käytännössä läpinäkymätön, voi se poistaa hiuksista syvyyttä. Toisaalta laajentamalla hiusmyssyä voidaan välttyä asettelimesta muutamia hiuskortteja ylemmillä korttikerroksilla. Yllä olevan kuvan hiusmyssyssä on otettu huomioon myös niskahiusten tiheys.

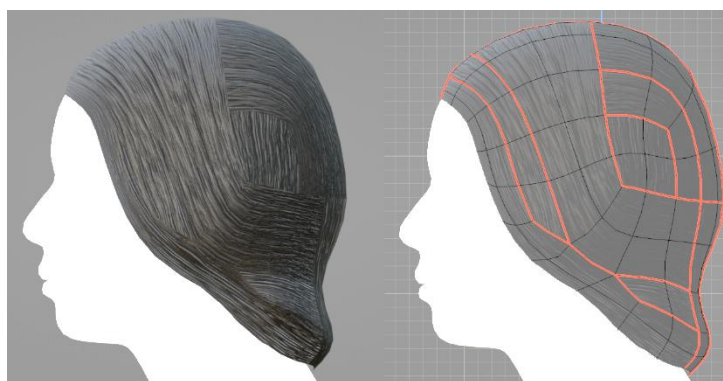
Värikoodaus

Hiuskorttikerrokset värikoodattiin, jotta voidaan havainnollistaa, kuinka luotuja hiuskortteja lopulta käytetään hiustyylissä. Hiuskortit värikoodattiin niiden kerroksen mukaan seuraavasti:

- Hiusmyssy mustalla
- Keskikerroksen hiukset punaisella
- Keskikerroksen hiusklusterit sinisellä

- Lentohiukset keltaisella
- Hiusrajan hiukset valkoisella

Hiuskorttien asettelu aloitettiin hiusmyssystä. Hiusmyssy luotiin suunnitelmien mukaisesti osittain päänmyötäiseksi. Tästä syystä myssyn geometria voitiin rakentaa osittain päänahan geometrian pohjalle. Näin ollen hahmon pään kasvot kopioitiin yhdeksi, yhtenäiseksi hiusmyssyobjektiksi. Kuitenkin tällä tavoin luodun myssyn geometrian takia myssyyn oli hankalaa lisätä tekstuureit. Lopputuloksena oli jokseenkin hyväksyttävästi teksturoitu hiusmyssy. Kuten alla olevassa kuvassa 41 näkyy, yhdestä, yhtenäisestä geometriasta koostuvassa hiusmyssyssä ei voida vielä kunnolla käyttää hiuskorteille käytettyä tekstuuria niin, että hiusten virtaus vastaisi malliveistoksen hiusten virtausta.



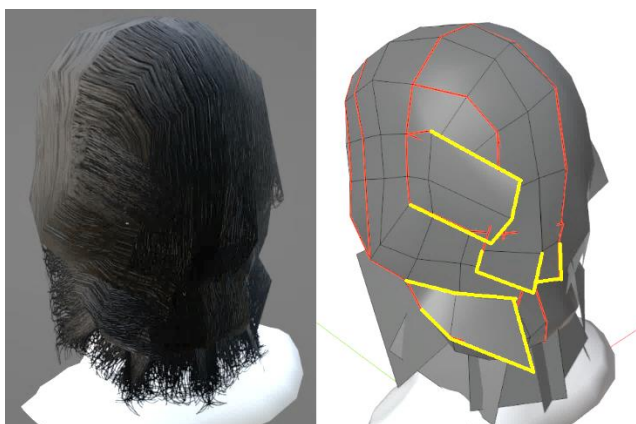
Kuva 41. Hiusmyssyn tekstuuri ja topologia, joita hienosäädettiin myöhemmin.

Vaikka hiusmyssyn päätarkoitus peittyä lähes kokonaan, kannattaa sen ulkonäköön kiinnittää huomiota. Hiusmyssy luotiin alustavasti yhdestä, yhtenäisestä geometriasta. Kyseinen geometria luotiin kopioimalla kasvoja hahmon päästä. Tästä syystä yllä olevan kuvan 41 topologia ei ole täysin optimaalinen teksturointiin hiuskorteilla. Kuitenkin ongelmakohdat geometriassa voidaan korjata ”repimällä” geometriaa.

Suunnittelemalla hiusmyssyn saumat päänahan geometriaan voidaan säästää aikaa, joka muuten kuluisi yksittäisten hiuskorttien asetteluun. Samalla voi-

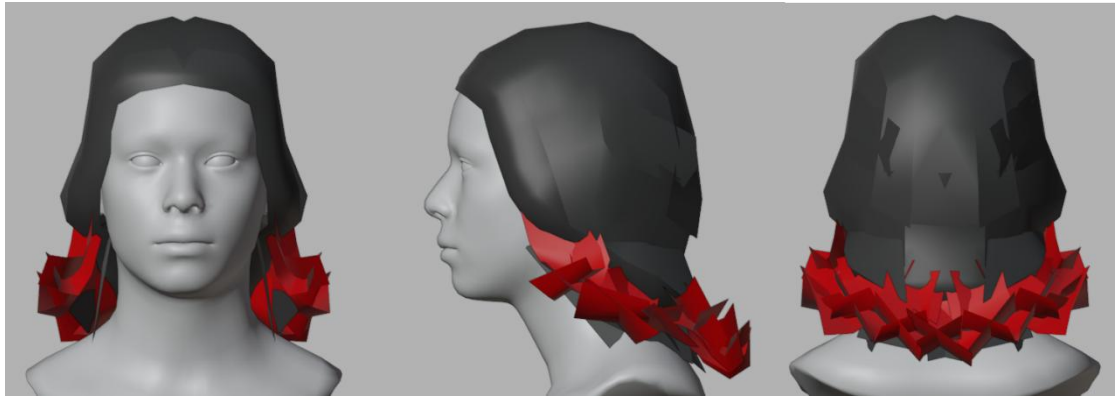
daan varmistaa, ettei hiusmyssyn alle todellakaan näe. Toisaalta, kuten aiemmin mainittiin, näin tehty hiusmyssyn teksturointi vaatii suunnittelua ja hieman geometrian muokkaustakin.

Vaikka hiusmyssyn tarkoitus on peittää päänahka, ei hiusmyssyn ja hahmon ihon raja saa olla selkeä. Hiusmyssyn siluetti korostui ensimmäisiä keskikerroshiuksia lisättäessä. Keskikerroshiusten tarkoitus on antaa hiuksille syvyyttä. Luonnollisesti näiden hiusten alle näkee, joten alta ei esimerkiksi saa näkyä ikään kuin hiuksilla teksturoidun kypärän reunat.



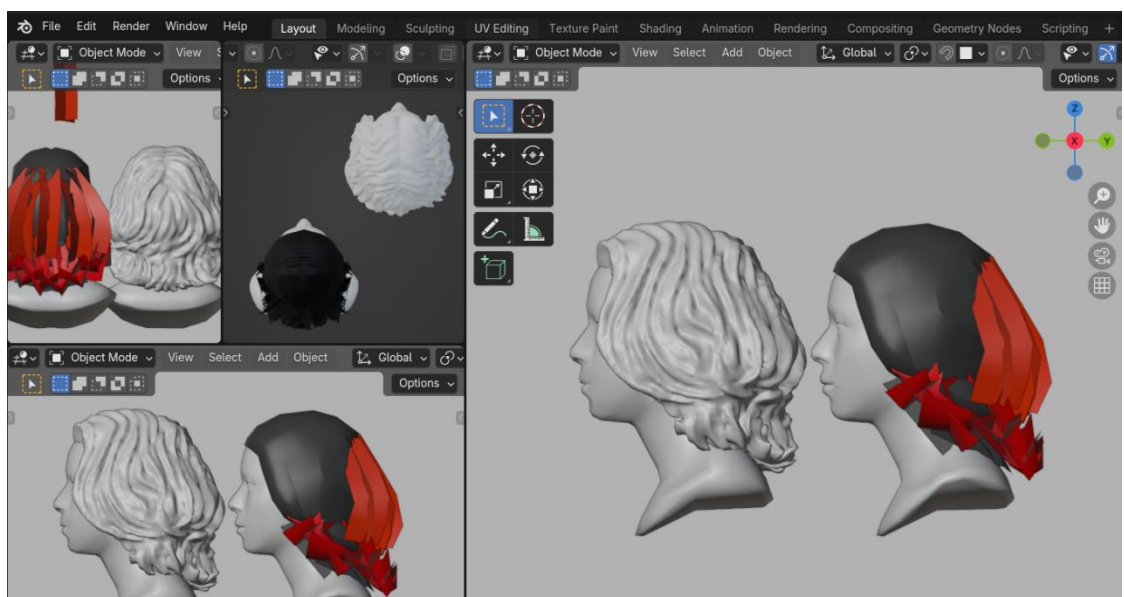
Kuva 42. Hiusmyssyä hienosäädettiin repimällä kasvoja irti sen muusta geometriasta.

Kuten yllä olevasta kuvasta 42 näkyy, hiusmyssyyn lisättiin muutama kasvo niskan peitteeksi. Lisäksi myssystä revittiin muutamia saumoja auki. Auki revityt saumat on merkitty kuvassa keltaisella. Verrattuna kuvaan 41 hiusmyssyn tekstuurit näyttävät paremmalta, mihin syynä on se, että auki revittyjä saumoja on voitu vapaasti siirtää. Samalla hiuksiin on saatu hieman syvyyttä, joka kuitenkin ei ole hiusmyssyn tarkoitus. Kuitenkin kuvan 42 niskan peitteeksi asetellut hiukset opinnäytetyön tekijä mieltää osaksi hiusmyssyä, sillä niiden tarkoitus on pehmentää alkuperäisen hiusmyssyn ja hahmon niskan rajaa.



Kuva 43. Kuvan hiuksissa on 520 kolmiota, joista lähes puolet koostuvat punaisella merkityistä hiuksista.

Hiuskortit kannattaa lisätä niskasta päälle. Kuten kuvasta 43 näkyy, niskan peittämiseen käytettiin kahdesta ristikkäin asetellusta hiuskortista koostuvia hiustuppoja. Hiustupot on merkitty kuvassa punaisella. Hiuskortteja ei kannata lisätä tässä vaiheessa liikaa, vaan haluttu peite on tarkoitus saavuttaa mm. tekstuurien avulla. Lisäksi korttien geometria pyritään pitämään sitä matalaresoluutioisempuna, mitä vähemmän kyseiset kortit näkyvät lopullisessa hiustyyliässä. Kuvassa 43 jokainen hiuskortti sisälsi 48 kolmiota, mikä lopulta oli turhan paljon. Hiuskorttien geometria kannattaa luoda mahdollisimman yksinkertaisena. Hiuksiin voidaan lopussa tai hiuskorttien asettelun aikana lisätä subdivision-muunnin, jonka avulla hiusten geometriasta saadaan pehmeämpää.



Kuva 44. Blender-ikkuna voidaan jakaa useampaan työtilaan, esimerkiksi 3D-mallin tarkastelua varten.

Blender-ikkuna voidaan jakaa useampaan ikkunankaltaiseen työtilaan (kuva 44). Hiuskorttien käsin asetelussa käytetään yksinomaan 3D-viewport-työtilaa. Kun kyseisen työtilan jakaa kahtia, on lopputuloksena kaksi samanlaista näkymää. Nämä näkyvät ovat käteviä esimerkiksi mallin katseluun eri kulmista samanaikaisesti. Kuten työssä aiemmin mainittiin, on tärkeää, että hiustyylä tarkastellaan eri kulmista. Näin ollen useisiin 3D-viewport-työtiloihin jakaminen voi helpottaa Blenderin käyttöä pelivalmiiden hiuskorttihuusten luontityökaluna. Lisätyt viewportit asetettiin näyttämään hiustyylä edestä ja sivusta. Alkuperäinen viewport jätettiin suurimmaksi – tarkoitus on, että tätä näkymää käännetään ympäriinsä muokkaustarkoituksessa. Luoduissa viewporteissa muokkaukset näkyvät reaaliajassa eri kulmista.

Niskahiusten asetelussa käytettiin lyhyitä hiuskortteja. Vaikka todellisuudessa suurin osa hiuksista saattavaa kasvaa ylempää, kyseiset hiuskortit asetettiin kasvamaan hieman hiusrajan alapuolelta. Näin asetellut kortit vain jäljittelevät todellisen hiustyylin koostumusta. Niskahiusten päälle kuitenkin lisättiin pitempiä hiuskortteja. Siinä missä niskahiuksiin voitiin käyttää tavallista lyhyempiä kortteja, näitä ylempänä olevia hiuksia tarkastellessa voidaan huomata, että hiusten virtaussuunta on jo selvempi. Näin ollen hiuskorttien suunta ja muoto voi erottua selvemmin. Kortit aseteltiin kasvamaan varsin korkealta, hahmon päältaelta.



Kuva 45. Hiusmyssy näkyy keskikerroshiusten alta – myssyn tekstuurit ovat ristiriidassa päällä olevien korttien kanssa.

Keskikerroksen hiukset aseteltua voidaan havaita, että hiusmyssy näkyy edelleen. Kuten yllä olevasta kuvasta 45 näkyy, hiusmyssyn tekstuurit kulkevat ristiin keskikerroksen hiusten kanssa. Pelivalmiita hiuksia tehdessä kannattaakin tarkoituksenmukaisesti rakentaa hiuskorttikerrokset niin, ettei ylemmillä kerroksilla peitellä alempien kerrosten virheitä. Tässä tapauksessa hiusmyssyn tekstuurit olivat ristiriidassa keskikerroshiuskorttien virtaussuunnan kanssa. Kuitenkin tekstuurivirheet voidaan missä tahansa vaiheessa korjata ilman, että se haittaisi muuta meshiä. Tämä johtuu tavasta, jolla hiuskortit opinnäytetyössä luodaan - kaikki kortit ovat omaa geometriaansa, eikä yhden kortin uudelleen teksturointi vaikuta toisiin korttiin mitenkään. Lisäksi työssä luotu hiusmyssy poikkeaa jo entuudeltaan toisista hiuskorttikerroksista, sillä sen topologia perustuu hahmon päänahkan topologiaan, jossa useimmat kortit ovat toisissaan kiinni.

Keskikerroksen hiuksia aseteltaessa havaittiin, että oikein käytetyistä tekstureista huolimatta takahiukset näyttivät liian harvoilta. Vaikka keskikerroshiuk-

set ja hiusmyssy näyttivät toimivan halutulla tavalla useista kulmista, syvemmällä olevista hiuksista voitiin nähdä läpi. Syvemmällä olevilla hiuksilla tässä tapauksessa tarkoitetaan tekstuureja, jotka saattavat tulla mistä tahansa hiuskortista. Näin ollen alempana olevien hiusten välistä pystyttiin näkemään taustalla oleva väri, kuten alla olevasta kuvasta 46 näkyy.

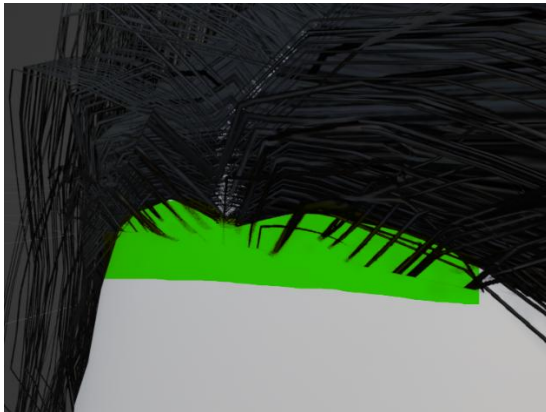


Kuva 46. Vaaleampaa taustaa vasten hiusmyssyn raja voidaan vielä erottaa hahmon takahiusten alta.

Kuvassa näkyvä virhe on tehty keskikerroksessa, eli suhteellisen peittäville hiuskorteilla. Hiusten päällimmäiset kerrokset vastaavat ohjekuvien hiuksia. Voidaan siis olettaa, että lähempänä hiusmyssyä olevien hiusten kuuluisi olla tuuheammat. Toisin sanottuna lisää kortteja kuuluisi lisätä hiusmyssyn ja kuvassa näkyvien keskikerroshiusten väliin. Tärkeintä on, ettei hiuksista tule yhtäkkiä harvat, kuten kuvassa 46. Lisäksi hiusten tekstuureja voidaan vaihtaa. Koska jokainen hiuskortti on oma itsenäinen meshinsä, voidaan minkä tahansa hiuskortin UV-koordinaatteja muuttaa erikseen. Näin ollen UV-koordinaatteja muuttamalla osalle takahiuksista voidaan asettaa tuuheampi tekstuuri, jotta hiusmyssyn raja hälvenee. Työssä suositettiin vaihtoehtoja, jotka eivät luo hiuksiin lisää geometriaa. Toisaalta hiusten tuuheutta olisi voitu hienosäätää luomalla kortteja, joissa hiusten tuuheus lisääntyy kohti tekstuurin toista reunaa. Tarkoituksena on, että hiustyyli on sekä realistinen että tarpeeksi kevyt, että sitä voidaan käyttää videopeligrafiikassa.

Hiusten yhdenmukaisuutta rikottiin myös lisäämällä hiusklustereita aiemmin aseteltujen keskikerroshiusten päälle. Siinä missä keskikerroshiuksilla hiuksiin saatiin volyyymia, hiusklustereita luotiin, jotta tämä peruskerros saisi enemmän todenmukaisuutta mallikuvien perusteella. Hiusklustereita aseteltiin myös aiempien keskikerroshiusten alle. Alla olevilla hiusklustereilla hiusten tuuheet saatiin vaihtelua myös rajatapauksissa eli tilanteissa, joissa alla olevat hiukset näkyvät paremmin. Työn hiuksissa merkittävä rajatapaus oli hiusmyssyn ja keskikerroshiusten välinen selkeä raja, kun hiuksia katsellaan suoraan sivustapäin. Toisaalta rajatapaus olisi ehkä voitu välttää jo hiusmyssyä muokkamalla.

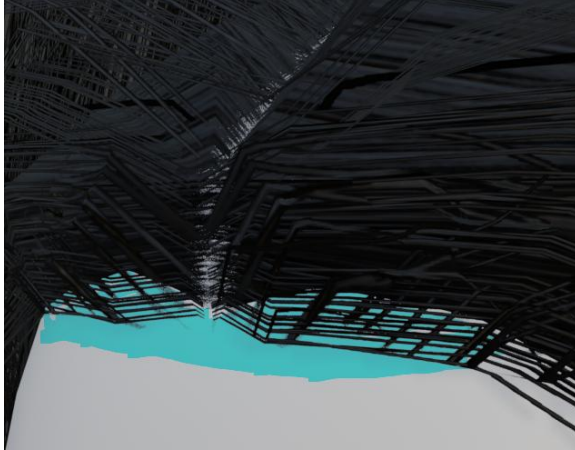
Lopuksi aseteltiin flyaway- ja hiusrajan hiukset. Alla olevissa kuvissa 48 ja 49 näkyy, kuinka otsan ja päänahan siirtymäalueella voi olla puutteita, ja kuinka ne vaikuttavat lopulliseen hiustyyliin. Ylemmässä kuvassa hiusmyssyn tekstuuri on puutteellinen. Siinä ei näy minkäänlaista pehmenystä hiusrajassa. Kun hiusrajalle asetellaan hiusrajan hiuskortteja, näyttää hiusraja tarkemmin katsottuna ikään kuin keskeneräiseltä.



Kuva 47. Hiusrajan hiuksissa näyttää siltä, että hiukset alkavat kuin seinästä ilman, että hiuskorttien takana on muita yksittäisiä hiuksia.

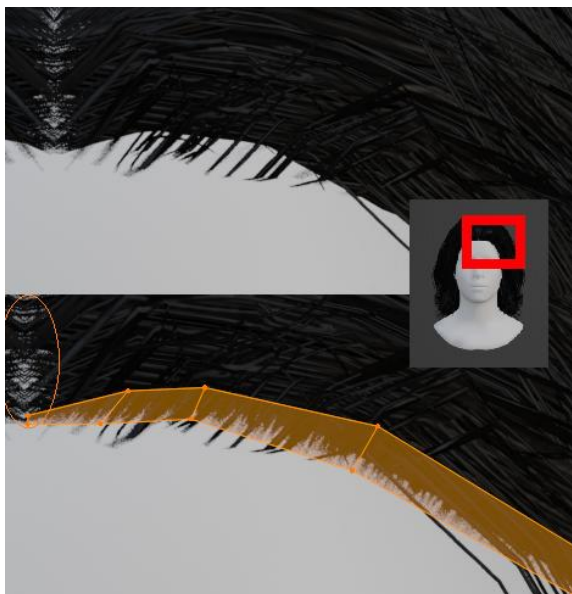
Hiusrajan hiuksia aseteltaessa alfabarttaa häivyttiin hieman juurista. Suuniteluvaiheessa kerätyissä esimerkkikuvissa hiusrajan hiukset näyttävät kasvavan tuuheina. Kuitenkin yleisesti ottaen ihmisten hiusrajassa voidaan nähdä, kuinka hiukset vaihteittain tuuheetuvat. Hiusrajalla hiukset voivat jopa näyttää tavallista harvemmilta. Kun alfabarttaa häivytetään hieman hiusten juurista,

hiusrajaan saadaan samankaltainen ulkonäkö. Hiusrajan hiusten ulkonäkö voi vaihdella eri hiustyylien välillä. Hiusrajan yksityiskohtia voidaan hahmottaa paremmin esimerkiksi taakse vedetyistä hiustyyleistä. Hiusrajan erottaminen puolestaan voi johtua siitä, että hiukset ovat näissä tyyeissä pituudeltaan lähempänä päänahkaa.



Kuva 48. Jos hiukset kulkevat selvästi ristikkäisiin suuntiin, ei lopputulos näytä uskottavalta.

Alla olevassa kuvassa 50 hiusrajaa on korjattu lisäämällä yhdestä suikaleesta koostuva hiuskortti. Hiuskortti mielletään osaksi hiusrajaa. Vaikka hiusten ja kasvojen ihon rajaa oltaisiin voitu hälventää pelkästään lisäämällä hiusrajan hiuskorttien määrää, työn määrää saatetaan voida vähentää korjaamalla ensin hiusmyssyä. Hiussyssyn käyttötarkoitusta arvioitiinkin uudestaan työn aikana edetessä viimeisiin hiuskorttikerroksiin.



Kuva 49. Hiusmyssyä muokkaamalla hiusrajaan saatiin häivytystä ihon ja päänahan välillä.

Alla olevassa kuvassa 51 on kuvattu lopullinen hiustyyli niin, että kuvasta erottuu eri väreillä merkityt hiuskorttikerrokset. Kuten kuvasta näkyy, hiuksiin on lisätty syvyyttä kerros kerrokselta. Hiuskorttien geometria menee osittain ristiin toisten korttien kanssa. Hiuskorttien tekstuurit puolestaan eivät mene yhtä selvästi sisäkkäin, mikä onkin tärkeää, sillä näin eivät aidotkaan hiukset käytäydy. Vaikka kortit menevät osittain ristiin alempien kerrosten kanssa, hiusten virtaussuunta vastaa edelleen sitä, mitä mallikuvista piirtämällä havainnoitiin.



Kuva 50. Ylemmät hiuskorttikerrokset osittain peittävät alemmat kerrokset.

Näin päästäänkin tulosten arviointiin. Hiuksissa on 1364 verteksiä. Se on reilusti alle kolmiomäärän, jonka tarkkuuksiset hiukset voidaan lukea pelivalmiiksi. Hiusmyssy yksinään peittää päänahan täydellisesti. Hiusmyssyn peittävyys käsittää myös edge caset, kuten hiusten katselun tavanomaisesta poikkeavista kulmista. Hiuksia voidaan katsoa esimerkiksi alhaalta ylöspäin ilman, että esimerkiksi hiusten peittävyudessa on epäjohdonmukaisuuksia. Hiusmyssy näkyy lopullisessa hiustyyliä odotettua enemmän. Tästä syystä voidaan sanoa, että hiusmyssyn tekstuurilla voi lopulta olla enemmän vaikutusta hiusten ulkonäköön. Etenkin hiusrajan alueella hiusmyssy jäi enemmän esiin. Toisaalta tähän on saattanut vaikuttaa myös hiuskorttien asettelu, missä korttien hienosäätö tuotti hankaluuksia.

13 TULOKSET

Opinnäytetyön tarkoitus oli kehittää realistiset, reaaliaikaiset ja pelivalmiit hiukset 3D-pelihahmolle. Työn oli lisäksi tarkoitus dokumentoida tekemistä ja pohjata sitä teoriaan. Tavoite saavutettiin, sillä lopputulos vastasi odotuksia.



Kuva 51. Lopullinen hiustyyli Blenderin cycles-renderöintimoottorilla renderöitynä.

Kuten yllä olevasta kuvasta 52 näkyy, hiustyylissä korostuvat etenkin kasvojen alueen hiukset. Näistä hiuksista voidaankin havainnoida, kuinka ohuita yksittäiset hiukset ovat. Hiusten ulkonäön arvioinnissa on kuitenkin pidettävä mielessä, etteivät hiukset näytä täysin samalta, kun ne on lisätty peliin. Kuvan hiukset on renderöity Blenderin sisällä, jotta hiustyylin ominaisuudet erottuisivat paremmin. Esimerkiksi hiusten normaalikartasta voidaan havainnoida, miten se vaikuttaa hiuksiin, kun hahmoon osuu kohdevalo.

13.1 Hiusgrafiikan luonti

Hiusten luontiin on kiinteitä hiuksia esimerkiksi vanhoissa Wii-peleissä. Koska kiinteisiin hiuksiin ei saada nimensä mukaisesti kerroksittaista syvyyttä, on näiden hiusten käyttö turhaa, jos lopputuloksen on tarkoitus näyttää realistiselta. Toisaalta kiinteä hiusgrafiikka on tässä työssä mainituista hiuksista kevyintä. Tästä syystä onkin syytä pohtia, voitaisiinko tällaisia hiuksia käyttää esimerkiksi luomaan yksinkertaisempi versio realistisista hiuskorttihiuksista. Kyseinen versio hiustyylistä näytettäisiin vain silloin, kun hiustyylin hahmo on kaukana pelaajasta.

Hiuskorttihiukset vaikuttavat olevan eri hiustyypeistä yleisimmät. Niiden hyöty puolestaan on, että ne rasittavat suorituskykyä vähemmän kuin noodihiukset, mutta voivat olla samalla yhtä realistiset. Vaikka kiinteiden hiusten polycount voi olla mahdollista saada niin pieneksi, että ne ovat kaikista kevyimmät, ne eivät parhaimmillaan saavuta hiuskortti- tai noodihiusten kaltaista syvyyttä.

Noodihiuksissa etuna on hiussimulaatio. Työssä ei kuitenkaan keskitytä simulaatioihin. Vaikka noodihiukset ovat hiustyypeistä raskaimmat, niiden kehitysprosessi voi kuitenkin olla yksinkertaisempi verrattuna muihin hiustenluontitapoihin, sillä erillisiä hiustekstuureita ei tarvita luoda etukäteen. Noodihiukset eivät esimerkiksi tarvitse alfabarttaa, sillä jokainen hius itsessään omaa todellisen hiuksen muotoisen geometrian.

Blenderillä voidaan luoda reaaliaikaiset hiuskortit 3D-pelihahmolle hiuskortteja käyttäen. Hiusten kehitysprosessi alkaa hiustyylin valinnasta, referenssikuvien etsinnästä ja niiden tutkimisesta piirtämällä sekä veistämällä Blenderissä.

Veistoksen pohjalta luodaan hiuskortit, ja veistoksen perusteella asetellaan hiuskortit.

13.2 Optimointi

Hiuskorttihuksissa voi olla yllättävän korkea polycount. Tällainen hiustyyli ei välttämättä ole pelivalmis, ainakaan polycountinsa perusteella. Pelivalmiilla grafiikalla tässä tapauksessa tarkoitetaan hiuksia, jotka eivät tuo suorituskykyongelmia, kun ne lisätään peliin. Toisaalta hyväksyttävä polycount voi olla pelikohtaisesti tavallista korkeampi.

Yksi tavoista tehdä hiuksista pelivalmiimmat on LOD:in eli tarkkuustason lisäys hiusasettiin. Hiusasetilla tarkoitetaan tässä tapauksessa hiustyyliin liittyviä resursseja. Tarkkuustaso tarkoittaa sitä, että hiustyylistä tehdään useita eri versioita, joista kullakin voi esimerkiksi olla eri polycount ja tekstuurin resoluutio. Eri versioita hiuksista käytetään, kun hiuksia katsotaan kaukaa ja läheltä pelissä. Esimerkiksi tarkempia versioita hiuksista voidaan käyttää lähikuvissa.

Toisin sanottuna lisäämällä hiusasettiin tarkkuustasot voi peli käyttää eritarkkuuksista versiota hiuksista, riippuen katseluetäisyydestä. Toisin sanottuna peligrafiikoista voidaan esimerkiksi saada sopivan tarkat läheltä katsottuna ja muutoin yksinkertaisemmat. Myös muu osa pelihahmoista voidaan optimoida niin, että kaukana oleva grafiikka ei haittaa suorituskykyä.

Tarkkuustason käyttäminen on erityisen hyödyllistä peleissä, joiden maailmoissa on merkittävä määrä geometriaa. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan käsitellä optimointia tietynlaisiin peleihin, vaan siihen, kuinka hiukset kuuluisi yleisesti ottaen luoda ja optimoida. Opinnäytetyön tarkoitus on siis toimia dokumenttina hiusgrafiikan luontiin peleille yleensä.

14 POHDINTA

Tutkimustuloksista voidaan päätellä, että Blender soveltuu pelivalmiiden hiuskorttihuusten luomiseen. Blenderiin on saatavilla lisäosia, jotka helpottavat

hiuskorttihiusten luomista. Kuitenkin hiusten luominen Blenderillä on mahdollista käyttäen myös ilman lisäosia, joskin tämä ei ole yhtä kannattavaa. Työssä käytetty hiuskorttien asettelutapa pahimmillaan aiheutti vääristynyttä geometriaa ja tekstuureja. Tutkimuksen tuloksia voitaisiinkin hyödyntää jatkotutkimuksissa, esimerkiksi selvittäessä, voitaisiinko realistiset hiuskorttihiukset luoda Styperek Bartoszin (s.a.) Hair Tool -Blender-lisäosalla.

Työn toteutuksessa tehtiin muutamia valintoja, jotka olisi voitu tehdä paremmin. Hiusveistoksen olisi ehkä voinut aloittaa eri tavalla. Toteutuksessa kuvattu icosphere-primitiivi sopi hahmon pään ympärille pienellä muokkauksella, mutta lopullisen hiusveistoksen topologia oli sotkuista. Tämä johti siihen, että veistoksen topologia oli generoitava uudelleen. Generoitaessa topologiaa uudelleen mesh voi menettää yksityiskohtia. Toisaalta hiusveistosta veistettäessä käytettiin Blenderin multires-modifieria, joka mahdollisti työskentelyn korkeassa resoluutiossa, mikä puolestaan vähensi huonon topologian erottuvuutta. Lopulta veistoksen topologia oli riittävä käyttötarkoitukseensa eli malliksi varsinaisille hiuskorttihiuksille.

Hiusten optimointi eri tarkkuustasoille (LOD) vaati työssä käytetyn hiusten luontitavan takia lisää manuaalista työtä. Resoluution lisäys loi geometriaa myös täysin planaarisille tasoille. Planaarisella tässä tapauksessa tarkoitetaan, että verteksit ovat samassa tasossa 3D-tilassa. Luotu geometria oli näin ollen turhaa – subdivide-modifierilla luodut lisäverteksit eivät tuoneet kortteihin lisämuotoa. Turhan geometrian poistossa koitettiin käyttää decimate-modifieria vähentämään geometriaa paikoissa, jossa verteksit ovat sovitun verran planaarisia. Ongelmana kuitenkin oli, että hiuskortteihin luodut verteksit olivat toisiinsa nähden planaarisia niin, ettei modifieria saatu kohdistettua turhaan geometriaan. Tämä loi lisätyötä etenkin optimoidessa niskahiuksia, joissa alun perinkin oli niiden näkyvyyteen nähden tarpeettoman paljon geometriaa.

Hiuskortteja ei välttämättä kannata asetella yksi kerrallaan hahmon päähän. Kuitenkin opinnäytetyö toimii ohjeina tähän, mikä on voi olla hyödyllistä peligrafiikan opetuksessa. Opinnäytetyön hiustenluontitapaa voidaankin käyttää esimerkiksi pienien peliprojektien hahmojen luonnissa. Lisäksi käytettyjä työmenetelmiä voidaan soveltaa tulevissa tutkimuksissa sen arviointiin, ovatko

Blenderin hiustenluontityökalut kehittyneet tukemaan hiuskorttipohjaisia hiustyylejä.

Manuaalisesti aseteltavien hiuskorttien kannattavuus

Tässä osiossa käsitellään hiuskorttien luomisprosessin tehokkuutta sekä pohditaan, voisiko olla kätevämpää luoda hiukset partikkelisysteemillä ja kutsua sitä pelivalmiiksi nykyisten tietokoneiden suorituskyvyn perusteilla. Nykyaikaiset tietokoneet ovat moninkertaisesti tehokkaampia kuin ensimmäisten pelien aikaan, joten raskaat noodihiukset voitaisiin ehkä laittaa peliin sellaisenaan.

Työssä luotiin samankaltainen hiustyyli hiusnoodeja käyttäen ja tehden yksittäisiä kolmiulotteisia hiuksia hahmon päähän. Hiukset generoitiin hahmon päähän ja niiden muotoilussa käytettiin samoja modifiereita, joita käytettiin hiuskorttien tekstuureja tehtäessä. Lisäksi hiuksia muotoiltiin manuaalisesti sculpt modessa, jossa ne aseteltiin seuraamaan mallikuvien mukaista hiusten virtaussuuntaa. Lopullisissa hiuksissa oli noin 60,000 verteksiä, mikä ei välttämättä ole pelivalmis. Toisaalta, jos hiukset on tehty pelaajahahmolle, on mahdollista, että ainakin tehokkain nykypäivän pelitietokone pystyy renderöimään tämän hiustyylin ilman, että se hidastaa pelin suorituskykyä ja haittaa pelaajakokemusta. Työ kuitenkin keskittyy kaikkiin pelihahmoihin yleisesti, joten pelaajan itsensä ohjaamaa hahmoa ei käsitellä tarkemmin.

Tämä opinnäytetyö on mitannut aikaa, joka kuluu hiuskorttahiusten ja noodihiusten noodihiusten luomiseen. Tällä tavalla opinnäytetyö on vertaillut pelivalmiiden hiusten luomista käytetyn ajan perusteella. Tulokset on arvioitu kappaleen lopussa. Tulokset on arvioitu sillä olettamuksella, että hiuksia käytetään modernissa videopelissä, jota pelataan tietokoneella, joka on nykypäivän mukaisesti tehokas.

Manuaalisesti aseteltuihin hiuskorttihuksiin käytetty aika

Hiuskorttahiusten kehitykseen meni pisimmillään yhteensä noin 15 tuntia. Kehitysprosessi sisälsi hiusten luonnin aina suunnittelusta toteutukseen, sisältäen mm. hiustekstuuri- ja veistoksen luonnin sekä lopullisen hiustyylin optimoinnin.

Kun työssä käytettyyn hiustenluontitapaan on totuttu, on seuraavien hiustyylien luonti hieman nopeampaa. Voidaankin sanoa, että hiusten luontiin kuluisi puolet vähemmän aikaa kuin aiemmin.

Noodihiuksiin käytetty aika

Samankaltaisten hiusten kehitykseen hiusnoodeilla meni noin 3 tuntia. Kehitysprosessi sisälsi hiustyylin suunnittelun samoin kuin hiuskorttahiustenkin luonti, joskaan noodihiusten suunnittelussa hiustyylin eri kerroksia ei tarvittu ottaa huomioon yhtä tarkasti. Koska noodihiuksia ei aseteltu manuaalisesti, noodihiusten kehitysprosessi eteni huomattavasti nopeammin. Myös hiusmateriaalin luominen yksinkertaistui, sillä hiukset saivat geometriastaan ominaisuuksia, joita hiuskorttitekstuureilla tavoiteltiin. Esimerkiksi normaalikarttaa ei tarvittu, sillä jokaisen yksittäisen noodihiuksen geometria vastaa oikean hiuksen muotoa.

LÄHTEET

Bartosz, S. s.a. Hair Tool for Blender. Gumroad. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://bartoszstyperek.gumroad.com/l/hairtool> [viitattu 7.10.2024].

Bhokare, G, Montalvo, E. Diaz, E. & Yuksel, Cem. 2024. Real-Time Hair Rendering with Hair Meshes. ACM SIGGRAPH -konferenssipaperi. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://cemyuksel.com/research/hairmesh_rendering/ [viitattu 10.9.2024].

Blacksteinn. History of game graphics. 3d hair physics. 2022. LinkedIn. WWW-dokumentti. Päivitetty 6.10.2022. Saatavissa: <https://www.linkedin.com/pulse/history-game-graphics-3d-hair-physics-blacksteinn/> [viitattu 10.9.2024].

Conway, B. s.a. What is "texture baking" and why is it important? Vntana. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vntana.com/blog/what-is-texture-baking-and-why-is-it-important/> [viitattu 10.9.2024].

Denham. T. s.a. Texture Maps: The Ultimate Guihde For 3D Artists. Concept Art Empire. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://conceptartempire.com/texture-maps/> [viitattu 10.9.2024].

Diev, I. s.a. History of 3D Modeling: From Euclid to 3D Printing. Ufo 3D. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ufo3d.com/history-of-3d-modeling/> [viitattu 10.9.2024].

Diversity of Hair Types. 2015. Medium. WWW-dokumentti. Päivitetty 23.3.2015. Saatavissa: <https://beautytmr.medium.com/diversity-of-hair-types-b3615cec8ed8> [viitattu 10.9.2024].

Dubrovina, A. s.a. Baldur's Gate 3 - Gale's Hair. ArtStation. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.artstation.com/artwork/zPBOV2> [viitattu 5.10.2024].

Eevee, Transparency & Blender 4.2+ s.a. KatsBits. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.katsbits.com/codex/eevee-transparency-dithered/> [viitattu 8.12.2024].

Fresnel s.a. Racoon Artworks. WWW-dokumentti. Päivitetty 3.1.2019. Saatavissa: <https://www.racoon-artworks.de/cgbasics/fresnel.php> [viitattu 12.11.2024].

Geometry s.a. Merriam Webster Inc. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/geometry> [viitattu 4.10.2024].

Hair types according to ethnicity. 2022. Afro Mystique LTD. WWW-dokumentti. Päivitetty 28.10.2022. Saatavissa: <https://www.theafrocurlyhairco-ach.com/post/hair-types-according-to-ethnicity> [viitattu 10.9.2024].

Hällman, M. 2011. Simulation and Visualization of Hair for Real-Time Games. Chalmers University of Technology. Tietojenkäsittelytiede. Pro gradu -tutkielma. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.cse.chalmers.se/~uffe/xjobb/Simulation%20and%20Visualiza-tion%20of%20hair%20for%20Real-Time%20Games.pdf> [viitattu 10.9.2024].

IGN Nordic. 2021. Kena: Bridge of Spirits – Review. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://nordic.ign.com/kena-bridge-of-spirits-1/49812/review/kena-bridge-of-spirits-review> [viitattu 8.3.2025].

Ivănescu, A. 2020. Flow It, Show It, Play It: Hair in Digital Games. Brunel University London. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/22335> [viitattu 10.9.2024].

Joensuu, J. 2016. 3D-alan sanasto: 3D-grafiikan termit suomeksi. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Opinnäyte. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2016060612045> [viitattu 10.9.2024].

Kamula, I. 2017. Creating hair for a 3D character with Autodesk Maya, XGen and RenderMan. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Opinnäyte. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017121220780> [viitattu 10.9.2024].

Laitinen, J. 2020. Mobiilipelin 3D-grafiikan suunnittelu ja toteutus. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Opinnäyte. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202005108137> [viitattu 10.9.2024].

Lecouturier, E. 2018. Presentation, Lighting, and Hair Creation for a Sorceress Character. Marmoset LLC. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://marmoset.co/posts/presentation-lighting-and-hair-creation-for-a-sorceress-character/> [viitattu 10.9.2024].

Maya Documentation. 2023. Autodesk. WWW-dokumentti. Päivitetty 27.1.2023. Saatavissa: <https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/tsarticles/ts/IC3jaffqnWFyQoLPEPm7n.html> [viitattu 4.10.2024].

Particle Edit Mode - Blender 4.2 Manual. 2024. Blender. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/physics/particles/mode.html> [viitattu 7.10.2024].

Pennala, I. 2023. Creating stylized 3d characters for video games. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Opinnäyte. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023052614694> [viitattu 10.9.2024].

Requirements & Compatibility s.a. Blender. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.blender.org/download/requirements/> [viitattu 7.10.2024].

Tuomi, S. 2022. 9.1 Tutkimuksellinen kehittämishanke opinnäytetyönä vs projektityö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://help.jamk.fi/opinnaytetyon-ohjaus/fi/tyoelaman-tutkiva-kehittamistointa/projektityo-vs-ns-toiminnallinen-tutkimuksellinen-kehittamishanke-opinnaytetyo/> [viitattu 4.12.2024].

Why Hair In Video Games Is So Hard To Do Well. 2021. Kotaku. WWW-dokumentti. Päivitetty 20.7.2021. Saatavissa: <https://www.kotaku.com.au/2021/07/why-video-game-hair-is-so-hard-to-do-well/> [viitattu 10.9.2024].

Zatorska, M. s.a. Placing hair cards and fitting the polygon budget for realtime hair. ArtStation. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.artstation.com/blogs/marizatorska/jZo2/placing-hair-cards-and-fitting-the-polygon-budget-for-realtime-hair> [viitattu 6.11.2024].