

REALISTISEN HAHMON KEHITTÄMINEN
KULTTUURIOSAAJA SIMULAATIOON

Jalonen Jere

Opinnäytetyö

Tieto- ja viestintäteknikka
Insinööri (AMK)

2023

Tieto- ja viestintätekniiikan koulutus
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jere Jalonen	Vuosi	2023
Ohjaaja	Petri Hannula		
Toimeksiantaja	FrostBit Software Lab		
Työn nimi	Realistisen Hahmon Kehittäminen KulttuuriOsaaja Simulaatioon		
Sivumäärä	37		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella, mitä kehittäjien on otettava huomioon halutessaan luoda luonnollisia hahmoja virtuaalimaailmihin. Teknologia on edistynyt niin pitkälle, että 3D-mallit, tekstuurit ja materiaalit voivat tuottaa fotorealistisia tuloksia hyvinkin helposti. Usein luotu illuusio kuitenkin murtuu, kun 3D-mallia täytyy animoida tai tarkastella reaaliajassa, koska kehittäjät ovat laiminlyöneet tai aliarvioineet tärkeitä, mutta pieniä seikkoja hahmoa luodessaan. Tässä opinnäytetyössä tunnistettiin ja selitettiin nämä tärkeät pienet vaiheet.

Opinnäytetyössä tutkittiin asioita, jotka liittyvät luonnollisen näköisen hahmon 3D-mallin luomiseen ja opinnäytetyössä tunnistettiin tiettyjä näkökohtia, joihin kehittäjien tulisi keskittyä välttääkseen niin sanotun outo laakson -ilmiön. Rovaniemäläinen FrostBit Software Lab tarvitsi kaksi hahmoa KulttuuriOsaaja-projektille. Projektissa käytettiin normaalin kehollisen liikkeenkaappauksen lisäksi myös kasvojen liikkeenkaappausta yhdessä Epic Gamesin MetaHuman-tekniikan kanssa. Hahmojen täytyi kommunikoida pelaajien kanssa ja reagoida luonnollisesti eri tilanteisiin ja toimenpiteisiin, mikä vaati hahmoilta myös omaa tekoälyä.

Tämä opinnäytetyö ei ole tarkoitettu oppaaksi hahmojen 3D-mallien, animaatioiden tai ohjelmien luomiseen, vaan pikemminkin mahdollisten teknologioiden ja lähestymistapojen selittämiseen hahmoja luodessa. Opinnäytetyön pääpainona oli luonnolliset hahmojen animaatiot, niiden luominen sekä käytetyt työkalut ja teknologiat, kuten tilakoneet ja hahmon animaatioiden rangat.

Avainsanat

animaatio, MetaHuman, pelihahmo, tietokonegrafiikka

Degree Programme in Information
and Communication Technology
Bachelor of Engineering

Author	Jere Jalonen	Year	2023
Supervisor	Petri Hannula		
Commissioned by	FrostBit Software Lab		
Subject of thesis	Developing a Realistic Character for KulttuuriOsaaja Simulator		
Number of pages	37		

The aim of this thesis study was to consider what computer graphics developers must bear in mind when designing natural-looking characters. Technology has reached a point where models, textures, and materials can create photorealistic still images, but the illusion often breaks down when the model needs to be animated or viewed in realtime due to developers neglecting or downplaying a crucial, yet small step in the process. This thesis study aimed to identify and explain these crucial small steps.

The various stages involved in creating a natural-looking character model and identifying the specific aspects that developers should focus on to avoid the uncanny valley phenomenon were investigated. FrostBit Software Lab, a Rovaniemi-based company, commissioned two characters for the KulttuuriOsaaja project. Both normal motion capture as well as facial motion capture were used during the project alongside Epic Games' MetaHuman technology. The characters needed to communicate with players and respond to various situations and actions, requiring an artificial intelligence of their own.

This thesis is not intended to serve as a guide for creating character models, animations, or programming, but rather an explanation of the various technologies and approaches involved. The primary focus is on animations, and how to create them using tools such as motion capture to achieve realistic outcomes. It also delves into the implementation of these animations through programming and the use of technologies like state machines and animation rigs.

Key words animation, computer graphics, game character, MetaHuman

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 VISUAALISUUDET	9
2.1 3D-mallit.....	9
2.2 Ranka ja luuranko	12
2.3 MetaHumanit	17
3 ÄÄNET JA ANIMAATIOT.....	21
3.1 Äänien ja kasvojen animaatioiden nauhoitus.....	21
3.2 Kehon animaatiot.....	23
3.3 Sekvenssipuut	26
4 KULTTUURIOSA AJAN HAHMOT	28
4.1 KulttuuriOsaaja-projekti.....	28
4.2 KulttuuriOsaajan skenaariot.....	29
4.3 Vuorovaikutus KulttuuriOsaajan hahmojen kanssa.....	31
5 POHDINTA.....	34
LÄHTEET.....	35

KÄYTETYT TERMIT

3D-skannaus	3D-Scanning, tai laserkeilaus, fyysisestä objektista tehdään digitaalinen 3D-malli erilaisilla skannaustekniikoilla
Avainkehys	Animation frame, edustaa hetkeä tai asentoa animaation aikajanalla.
Eteenpäin suuntautuva kinematiikka	Forwards Kinematics / FK, kehon osien paikat lasketaan hierarkkisesti ketjuna, aloittaen juuresta
Fotogrammetria	Photogrammetry, Menetelmä, jossa kameralla kuvatuista valokuvista tai videoista voidaan luoda 3D-malli
Fysiikkaperusteinen renderöinti	PBR, Teknologia, joka perustuu fysiikan lakien simuloimiseen realistisia materiaaleja renderöidessä
Käänteinen kinematiikka	Inverse Kinematics / IK, Kehon osien paikat lasketaan lopullisen sijainnin ja asennon perusteella
Luuranko	Skeleton, 3D-mallin ohjaimet, joita liikuttamalla myös 3D-mallin osat liikkuvat
Mocap	Motion Capture, fyysisten hahmojen liikkeiden tallentamista tietokonejärjestelmään
Outo laakso	Uncanny Valley, asia jonka on tarkoitus muistuttaa ihmistä tuntuukin aidon sijasta kammottavalta tai oudolta
Pinnan painotukset	Skin Weights, Maalatut alueet, joilla luurangon eri luut voivat vaikuttaa
Ranka	Rig, Selkeämmät ohjelmoidut ohjaimet, jotka liikuttavat ja lähettävät käskyjä luille
Sekvenssipuu	Sequence Tree, Hierarkkinen järjestelmä, joka kuvaa animaation eri vaiheita ja toimintoja
Skenaario	Scenario, tilanne tai ympäristö pelimaailmassa
UV -kartta	UV Map, Kuvaa miten 3D-mallin pinnalle voidaan piirtää 2D-kuva

Yksityisyyskohtaisuuden

taso

Level of Detail / LOD, Vähemmän raskas 3D-malli, jota voidaan käyttää 3D-mallin ollessa tarpeeksi kaukana kamerasta, ettei sitä huomattaisi

1 JOHDANTO

Immersion saavuttaminen pelissä vaatii huolellista suunnittelua ja toteutusta. Se tarkoittaa tilannetta, jossa henkilö uppoutuu täysin johonkin kokemukseen tai ympäristöön niin, että hän unohtaa todellisuuden ja tuntee oikeasti olevansa osa koettua maailmaa. Tämä voi tapahtua esimerkiksi virtuaalitodellisuuden avulla, jossa henkilö käyttää laitteita, kuten VR-laseja ja sukeltaa näillä digitaaliseen maailmaan. Immersio on usean tekijän, kuten äänten, visuaalien ja vuorovaikutusten summa, selittää (Kuorikoski 2018, 280-282).

Tämä opinnäytetyö käsittelee visuaalisuutta, animaatioita, ääniä ja vuorovaikutuksia simulaatiopelihahmojenkehitysprosessissa. Opinnäytetyön päämääränä on antaa lukijalle raamit joiden perustalla voidaan tulevaisuudessa rakentaa luonnollisia hahmoja eri simulaatiopeliympäristöihin ja tarkoituksiin.

Ensimmäinen luku koskee simulaattoreiden visuaaleja. Uskottava virtuaalimaailma vaatii realistista ja yksityiskohtaista grafiikkaa jotta se herättäisi pelaajan mielikuvituksen. Luku keskittyy selittämään eri tapoja luoda hahmojen malleja ja ympäristömalleja sekä seikkoihin joita mallintajan tulisi mallintaessa pitää mielessä. Luvussa käydään läpi myös Epic Gamesin MetaHuman-teknologiaa.

Toisessa luvussa käydään läpi hahmojen puheäänien ja animaatioiden luomisen prosessia. Hahmojen ääni on yksi merkittävimmistä tekijöistä, kun halutaan luoda luonnollisia hahmoja. Luvussa tutkitaan ääninäyttelemisen lisäksi myös käsikirjoitusta ja ohjausta. Animoinnin avulla hahmot saadaan liikkumaan ja toimimaan luonnollisesti pelimaailmassa, jolloin ne saavat lisää uskottavuutta ja auttavat pelaajaa eläytymään pelin tapahtumiin paremmin.

Viimeinen luku keskittyy eri tapoihin toteuttaa hahmojen ja pelaajan välistä vuorovaikutusta. Yksistään realistiset grafiikat, äänet ja hyvät animaatiot eivät riitä todentuntuista simulaattoria kehittäessä, vaan ympäristön ja sen hahmojen tulee myös reagoida pelaajaan eri tavoin. Käsitelen luvussa sitä, miten hahmojen ja pelaajan välinen vuorovaikutus on toteutettu KulttuuriOsaaja-hankkeessa.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi rovaniemeläinen ohjelmistolaboratorio FrostBit joka palkkasi minut kehittämään ja toteuttamaan hahmoja Kulttuuri-Osaaja-hankkeeseen. KulttuuriOsaajassa pelaajan tulee pystyä keskustelemaan ja olemaan vuorovaikutuksessa hahmojen kanssa. Lopulliset hahmot toteutettiin projektiin Epic Gamesin MetaHuman-tekniologialla.

2 VISUAALISUUDET

2.1 3D-mallit

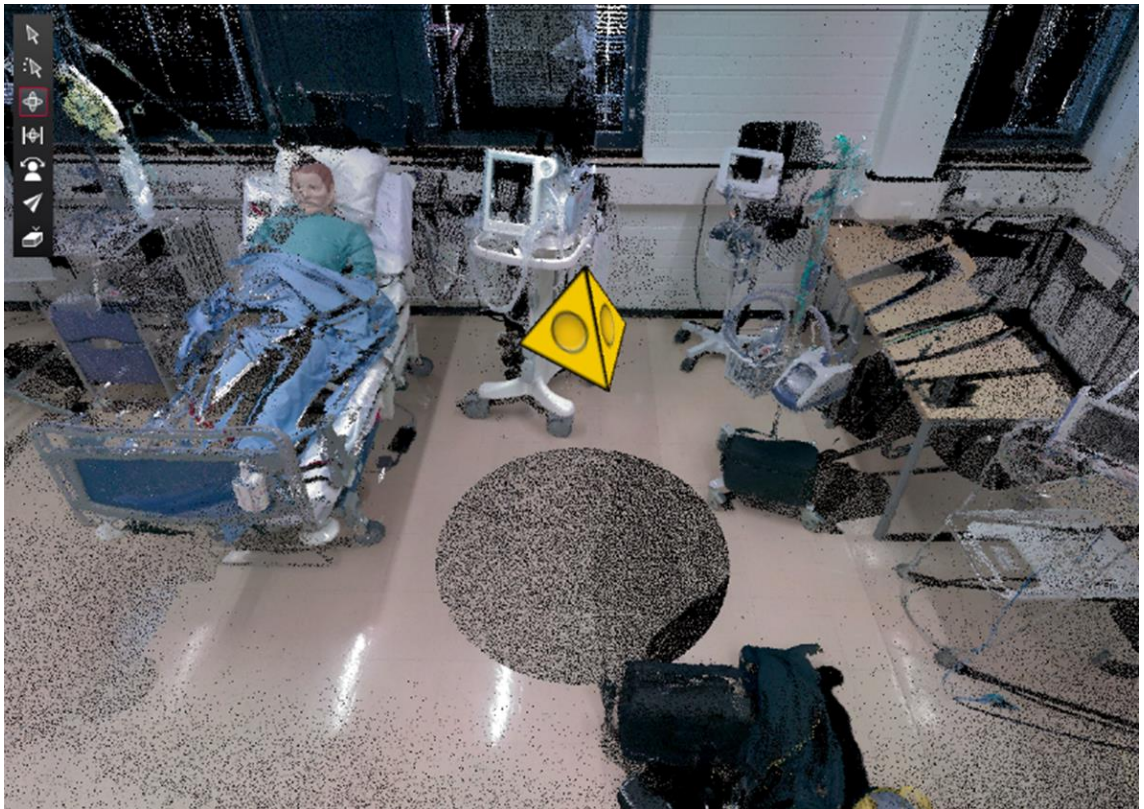
3D-mallinnus on prosessi, joka hyödyntää tietokonetta luodakseen kolmiulotteisen 3D-mallin mistä tahansa esineestä tai kohteesta. Tämä tapahtuu manipuloidulla 3D-objektin eri pintoja, kulmia, reunoja ja pisteitä. (Lifewire 2020.) Kun mallintaja luo todentuntuisen 3D-mallin, on tärkeää ottaa huomioon viisi eri seikkaa: geometria, optimointi, materiaalit, topologia ja luusto. Näiden seikkojen huomioiminen auttaa varmistamaan, että 3D-malli on realistinen ja toimii tarkoituksenmukaisesti.

3D-mallin geometria viittaa mallinnettavan kohteen pinnan muotojen kopioimiseen 3D-objektiksi. Geometrian mallinnusvaiheessa mallintajan ei vielä tarvitse huolehtia 3D-mallin toimivuudesta, vaan tärkeintä on, että 3D-mallin siluetti ja mittasuhteet muistuttavat kohdetta. Tätä geometriaa käytetään myöhemmin mallinnusvaiheessa vain pohjana, joten 3D-mallin optimoinnista ei tarvitse huolehtia vielä tässä vaiheessa.

Geometrinen 3D-malli voidaan toteuttaa monella eri tavalla, mutta parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi on suositeltavaa olla paljon referenssikuvia kohteesta tai jopa nähdä mallinnettava kohde fyysisesti tarpeen vaatiessa. Yleensä 3D-mallinnus tehdään 3D-mallinnusohjelmalla kuten 3ds Maxilla tai Blenderillä jotka on erityisesti suunniteltu tähän tarkoitukseen. Ohjelmat, joissa painotetaan 3D-mallin muovaamista ja veistämistä, kuten Zbrush, voivat myös olla hyödyllisiä todentuntuisessa mallinnuksessa, vaikka näillä yleensä tuotetaan tyylistettyjä malleja.

Kohteiden tarkkojen geometrinen 3D-mallien luomisessa käytetään nykyään yleisesti kolmiulotteista mittaamista erilaisilla laitteilla. Kolmiulotteinen mittaaminen on tekniikka, joka tallentaa fyysisten kohteiden muodot digitaalisesti. Mittalaitteet luovat kohteesta digitaalisen pistepilven, joka perustuu koordinaatistoon, jota voidaan käyttää 3D-mallin pinnan renderöintiin. (Laser Design 2023.) Kolmiulotteinen mittaaminen yhdistetään yleensä laserkeilaukseen, joka tuottaa piste-

pilven mittaamalla laserkeilaimen saapuvien säteiden etäisyyden. Pistepilviä käsittelevät ohjelmat ovat kirjoittaessa varsin kehitysvaiheessa, josta johtuen sillä luodut geometriset 3D-mallit ja tekstuurien kuvanlaadut eivät ole aina optimaalisia. Laserkeilauslaitteisto on myös erittäin kallista, mutta se on todistautunut erinomaiseksi tavaksi tallentaa suurten alueiden geometriaa. Kuviossa yksi näkee Leica Geosystems'in laserkeilaimella tuotettu pistepilvi Leican Cyclone Register 360 -ohjelmassa.



Kuvio 1. Laserkeilaimen luoma pistepilvi

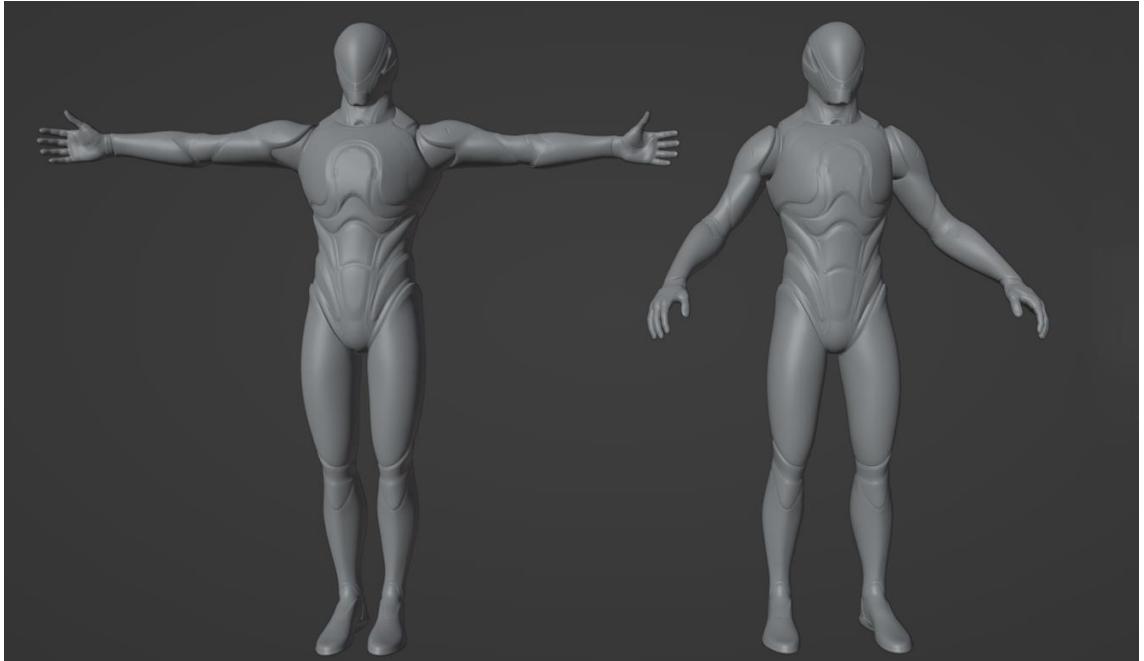
Fotogrammetria on yleistynyt tapa tehdä kolmiulotteista mittausprosessia. Siinä ohjelma mittaa etäisyyksiä kahdenulotteisissa kuvissa tunnistamalla yhtäläisyyksiä kuvien välillä ja kolmiomittausprosessin avulla asettaa näille omat koordinaatit pistepilvessä (Cortes & Andres 2021, 33-34). Fotogrammetria on vuonna 2023 paljon halvempi vaihtoehto kuin laserkeilaus sillä ainoa laite, jota käyttäjä tarvitsee, on perinteinen kamera. Koska fotogrammetria perustuu kuvien ottamiseen kameralla, geometrisen 3D-mallin tekstuurin kuvanlaatu on yleensä tarpeeksi hyvä, jotta sitä voidaan käyttää jopa lopullisessa 3D-mallissa.

3D-mallin on hyvä olla optimoitu, riippumatta sen käyttötarkoituksesta. Tämän takia suoranaisesti kolmiulotteisesti mitattua 3D-mallia ei haluta käyttää, koska mitatut 3D-mallit ovat raskaita ja tietyillä alueilla jopa epätarkkoja. Geometrissa 3D-mallia käytetään pohjana lopullisen 3D-mallin mallintamiselle, jotta lopullinen 3D-malli säilyttäisi samat mittasuhteet kuin alkuperäinen kohde. Tätä prosessia kutsutaan retopologiaksi. Tarvittaessa 3D-mallista on hyvä löytyä myös monia yksityisyyskohtaisuuden tasoja, joita voidaan käyttää 3D-mallin ollessa kaukana katsojasta, eli yksinkertaistettua kevyempää malliversiota (Yutong, Feng & Yinshuang 2018, 2). Optimoitu 3D-malli käyttää myös pieniresoluutioisia tekstuurreja, mutta laatua ei menetetä hyvin suunnitelluilla ja pakatuilla UV-kartoilla, joissa 3D-mallin näkyvimät alueet saavat UV-kartalla suurimman alueen käyttöönsä.

3D-mallin tekstuurien näkyvyyden kannalta on tarpeen, että 3D-malliin on asetettu materiaali. 3D-mallin materiaalin tehtävänä on kattaa kohteen jokainen fyysinen ominaisuus, kuten sen kyky heijastaa valoa. Kehityksen myötä on siirrytty käyttämään PBR-teksturointimenetelmää, joka perustuu fysiikkaperusteiseen renderointiin. Tämä menetelmä pyrkii laskemaan pinnan käyttäytymisen mahdollisimman realistisesti, mikä vähentää huomattavasti 3D-artistien työmäärää, sillä heidän ei enää tarvitse luoda materiaaleja eri valaistusolosuhteita varten (Vikström 2019, 12). Materiaalit mahdollistavat myös esimerkiksi tekstuurien animoinnin tai erikoistehosteet, kuten vaatteiden rypistymisen. Tyypillisesti fysiikkaperusteinen materiaali koostuu kuudesta eri tekstuurista, jotka voidaan luoda fysiikkaperusteisiin materiaaleihin erikoistuneilla ohjelmilla. Geometrinen 3D-malli voidaan käyttää pohjana, jotta voidaan saada 3D-mallin väri- ja korkeustekstuurit. Sen jälkeen 3D-artistin tulee käsin maalata 3D-mallin heijastustekstuurit.

Topologian huomioiminen on olennainen osa 3D-mallin luomisprosessia. Jo suunnitteluvaiheessa on tärkeää huomioida alueet, joissa esiintyy eniten liikettä tai jotka ovat 3D-mallista eniten esillä, jotta niihin voidaan kiinnittää riittävästi huomiota mallinnusvaiheessa. Esimerkiksi nivelten tapauksessa, liitoksen kääntymiskohdan ympärille on hyvä lisätä ylimääräisiä saumoja, jotta liikkuvuus on sujuvaa ja todentuntuista. Luuston huomioiminen jo mallinnusvaiheessa helpottaa

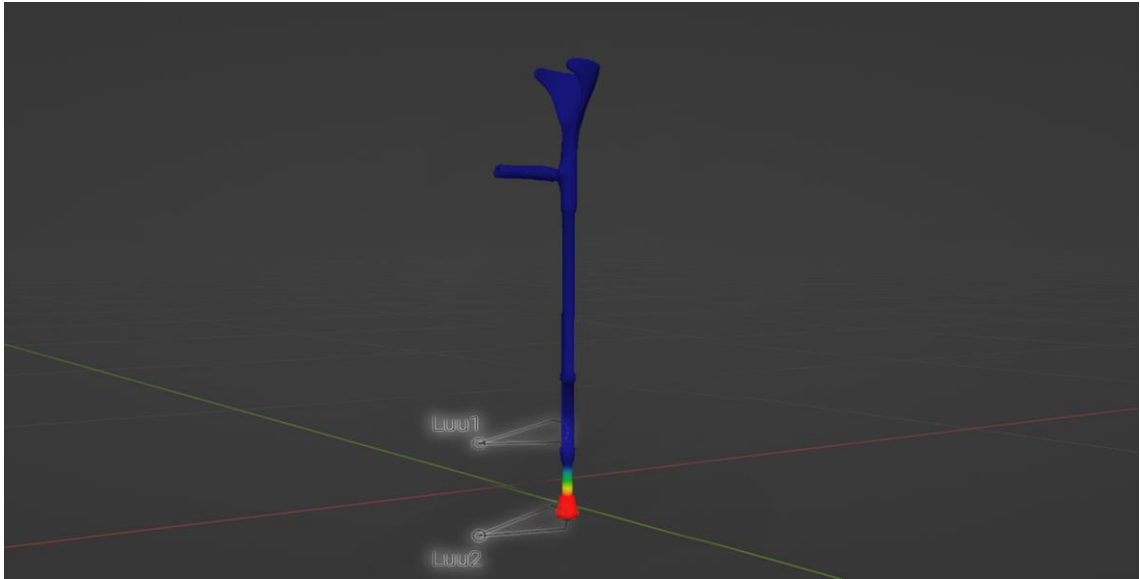
myös työtä myöhemmin. Esimerkiksi humanoidimallia suunnitellessa on hyvä valita jo mallinnusvaiheessa, käytetäänkö lopullisessa 3D-mallissa A- tai T-asentoa, molemmat asennot animoivat eri tavoin hahmon nivelten kohdilla (kuvio 2).



Kuvio 2. T- ja A- asento

2.2 Ranka ja luuranko

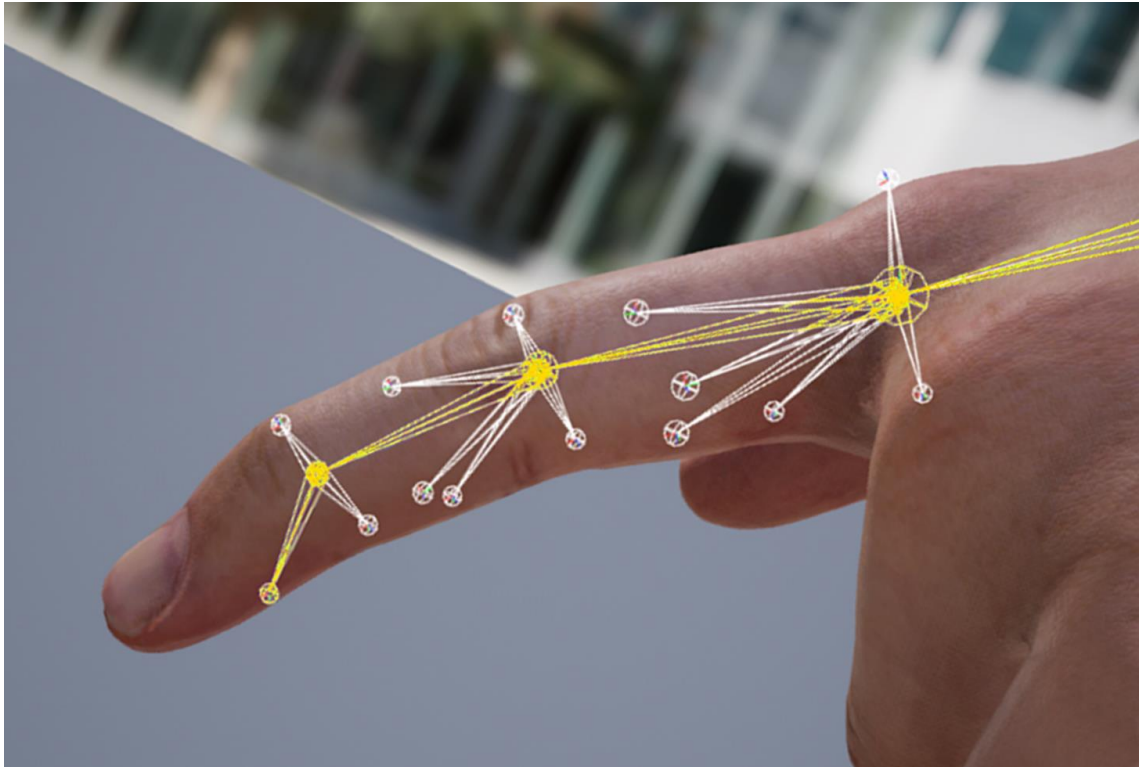
Todentuntuinen hahmo vaatii todentuntuisen luuston, jonka tehtävänä on muuttaa 3D-mallin muotoa luiden liikkuesssa niille maalatuilla alueilla. Huolellisesti toteutettu luusto mahdollistaa 3D-mallin animoinnin ja luo vaikutelman todentuntuisesta liikkeestä. Luurankoja ja luita voidaan käyttää myös epäorgaanisissa objekteissa, kuten vaatteissa tai kävelykepeissä. Kuviossa 3 luu1 kontrolloi kävelykepin sinistä aluetta. Luu2 kontrolloi punaisella maalattua aluetta.



Kuvio 3. Luut kävelykepissä

Hahmojen mallintamisessa luuranko ei yleensä tarkoita, että mallintaja seuraisi biologisen kohteen luurankoa mallintamisen aikana. Sen sijaan 3D-mallin luuston tärkein tehtävä on liikuttaa 3D-mallin ainoaa näkyvää pintaa, kuten ihoa, ja samalla antaa illuusio liikkeestä, kuten lihasten pullistumisesta ihon alla. 3D-mallin luiden on siis jäljitettävä paitsi kohteen luita myös löysän ihon, lihasten, rasvakerroksen ja ruston liikettä. Vaikka anatomiaa ei ole sisäisesti mallinnettu, nämä luut ovat tärkeitä, jotta hahmosta saadaan uskottava ilman täysin realistisia fysiikoita. (Jacobs, Barbic, Edwards, Doran & Straten 2016, 1-2.)

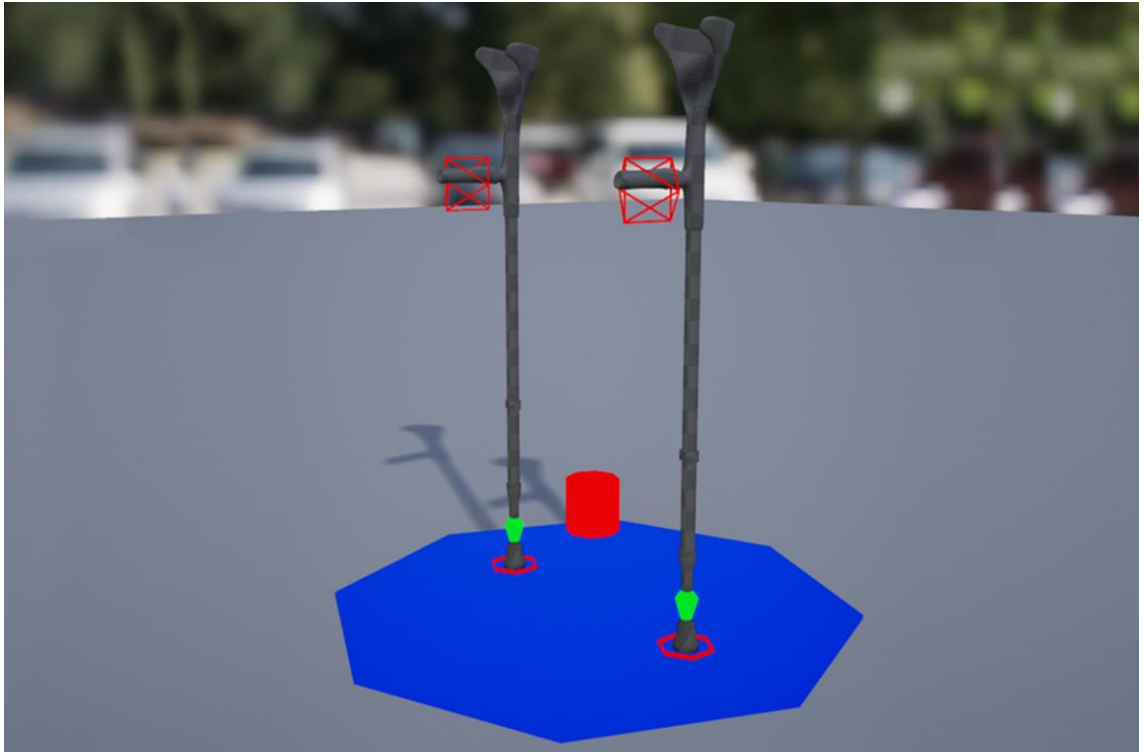
Sormen luurankoa luodessa on tärkeää käyttää enemmän kuin vain kolmea luuta. Lisäksi jokaisen nivelen väliin tulisi luoda luut, jotka matkivat löysää ihoa sormen keskellä. Kuviossa neljä on MetaHumanin sormen luut maalattu keltaisella, nivelten välistä ihoa kontrolloivat luut on maalattu valkoisella. Kaksijalkaisten humanoidien tapauksessa on myös saatavilla useita ilmaisia ja vapaasti käytettäviä realistisia luurankoja, jotka voidaan ladata pelimoottoreista tai mallinnusohjelmista.



Kuvio 4. Sormen luut

Hahmon animaatioiden ja eri interaktioiden kanssa on helpompaa työskennellä, kun käytetään rankaa. Monimutkaisten liikkeiden luominen pelkän luurangon avulla vaatisi useiden luiden manipulointia, mutta rankaa käyttämällä liikkeet voidaan yksinkertaistaa vain muutamaa rangan ohjaimeen. Ranka myös mahdollistaa sen, että osa animaatiosta voidaan tehdä suoraan pelimoottorissa, eikä animaattorin tarvitse siirtyä ohjelmasta toiseen. (Nop, Manissaward & Oattarapon 2019, 2-3.)

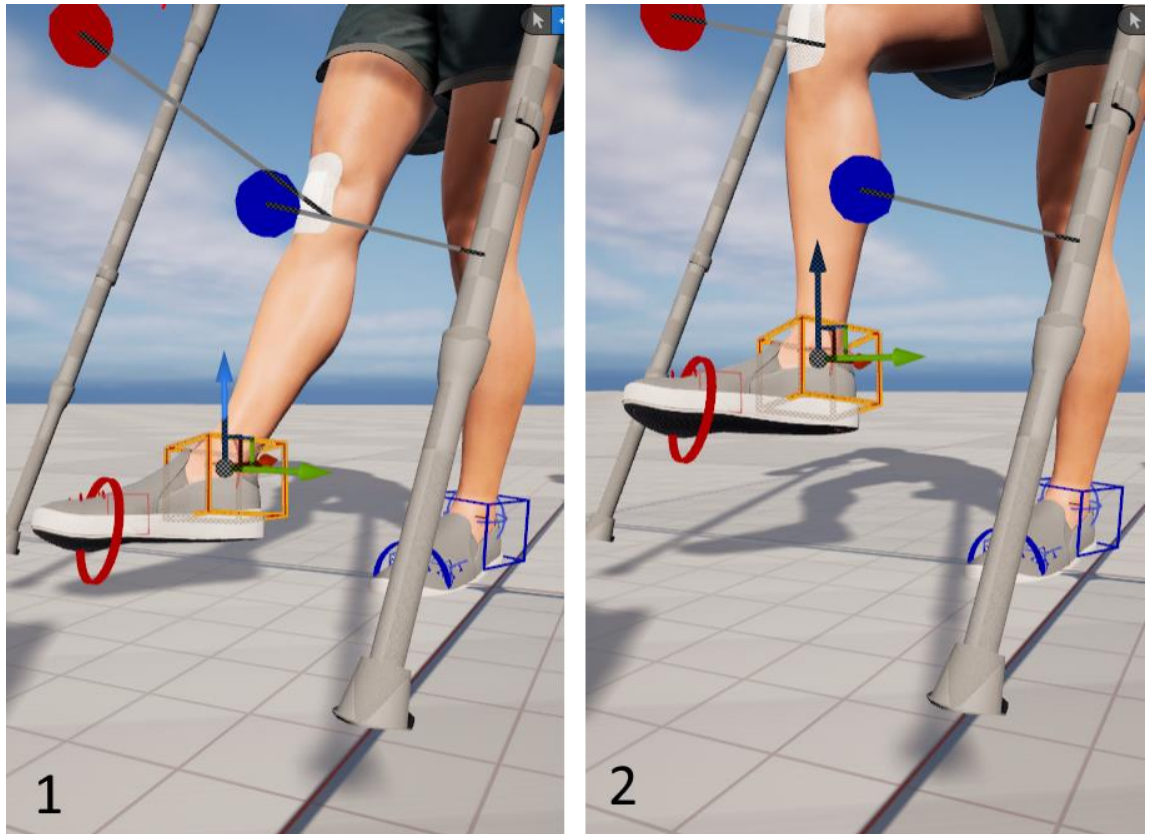
Toimiva ranka suunnitellaan ottaen huomioon kohteen liikkumisen tarpeet ja vaatimukset. Esimerkiksi kaksijalkaiselle hahmolle, joka ainoastaan kävelee, tulisi luoda järkeviä säätimiä luonnollisille kohdille. (Bhatti & Shah, 2012, 1.) Rangan tavoitteena on automatisoida aikaa vievää animointiprosessia, joten turhat säätimet, kuten mahdollisuus muuttaa jalan kokoa vain hidastaisivat animaattoria. Muun muassa epäorgaanisia objekteja kuten kävelykeppejä animoidessa olisi animaattorille hyödyllistä sisällyttää rankaan ohjaimia joilla voidaan siirtää molempia kävelykeppejä samanaikaisesti tai ankkuroida hahmon käsi kepin kädensijaan (kuvio 5).



Kuvio 5. Kävelykeppien ranka Unreal Engineissä

Hahmon rangan tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa animaattorin työtä, ranka täytyy ohjelmoida eri tehtäviä varten. Yleisin tapa hyödyntää rankaa on kinemaattisissa ketjuissa. Kinemaattisen ketjun avulla voidaan ohjata ketjuun liitettyjen luiden liikettä eri tavoin. Kuvio kuusi havainnollistaa miten pelkästään laatikkoa liikuttamalla liikkuvat myös MetaHumanin raajan muut luut käänteistä kinematiikkaa käyttäen.

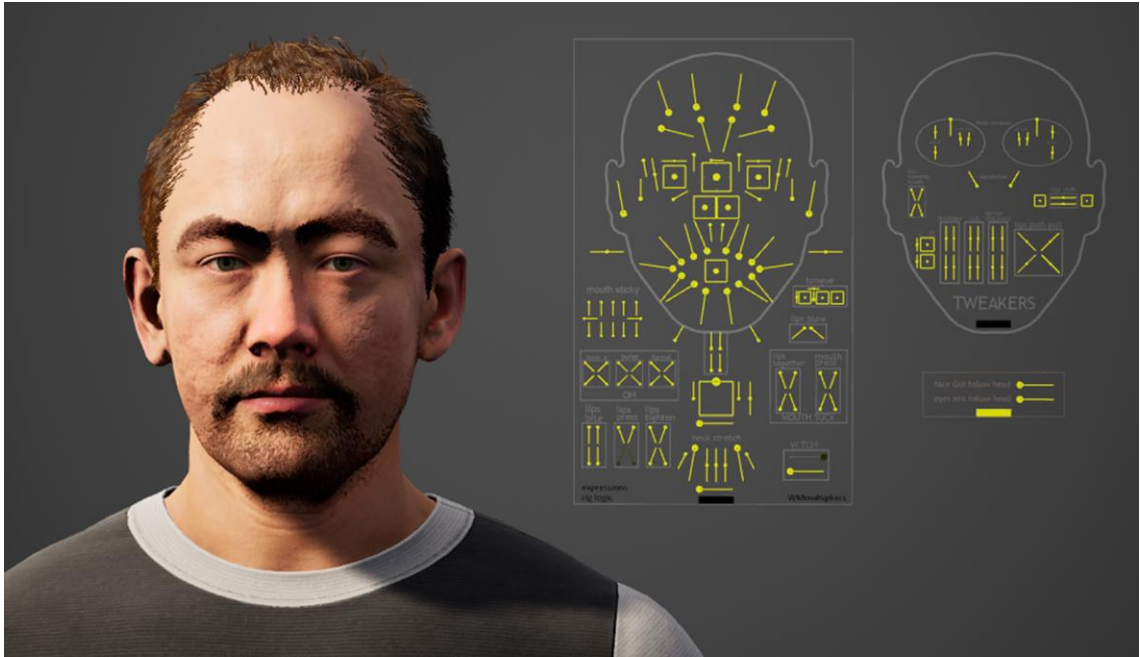
Yksinkertaisin tapa ohjata luita on suora kinematiikka, jossa liitetyt luut seuraavat rangan liikettä täysin, mutta yleisin ja hyödyllisin tapa on kuitenkin käänteinen kinematiikka. Käänteisessä kinematiikassa kinemaattiselle ketjulle annetaan yleensä kohde ja rajoitukset, joiden mukaan muut ketjun jäsenet liikkuvat. (Kelly, 2006, 19.)



Kuvio 6. Raajojen liikuttaminen rangalla

Käänteistä kinematiikkaa voidaan käyttää myös proseduraalisiin interaktioihin. Esimerkiksi peleissä jalkojen askeltaminen maahan toteutetaan usein proseduraalisesti ohjelmoimalla. Proseduraalinen ohjelmointi mahdollistaa esimerkiksi hahmon kävelyanimaation askellusten raskauden kontrolloinnin säätämällä painotusta tai muita parametreja, jolloin kävely voi vaihdella kevyestä ja kepeästä voimakkaaseen ja jämäkkään liikkeeseen (Slinger, Etemad & Arya 2009, 2).

Todentuntuisia hahmoja luodessa animaatiota ei yleensä luoda tyhjästä, vaan käytetään jo valmiita nauhoitettuja tai simuloituja animaatioita. Valmiit animaatiot eivät kuitenkaan välttämättä ole vielä täydellisiä tarkoitukseen, vaan niitä täytyy hienosäätää. Esimerkiksi kasvojen animointi tapahtuu yleensä nauhoittamalla liiketallennus, joka vaikuttaa satoihin luihin. Ilman rankaa muutosten tekeminen näihin animaatioihin olisi aikaa vievää. Muun muassa MetaHumaneiden kasvoissa on 869 luuta, rangan ansiosta animaattorilla on tehokas tapa hallita ja ohjata usean luun liikettä saman aikaisesti yhdellä ohjaimella (kuvio 7).

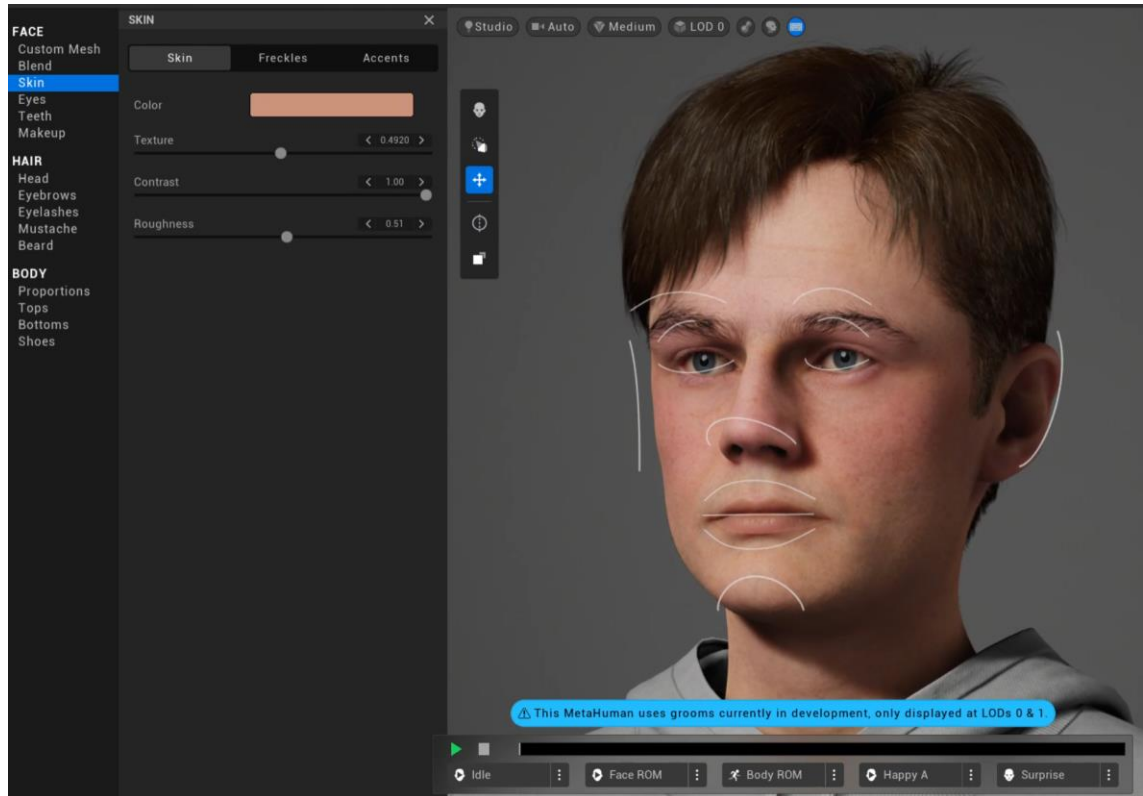


Kuvio 7. MetaHumanin kasvojen ranka

2.3 MetaHumanit

Epic Gamesin MetaHuman-tekniologia yhdessä MetaHuman Creator -ohjelman kanssa mahdollistaa nopean hahmon luonnin. Luontiprosessi on helppo ja suoraviivainen, ja lopputulos on uskottava. MetaHuman-tekniologiaa kehitetään Unreal Enginen kanssa käsi kädessä. Mahdollisia puutteita, sovelluksen kaatumisia sekä virheitä korjataan aktiivisesti ja tekniologiaa päivitetään tasaisesti.

MetaHumanin käyttö onnistuu helposti Epic Gamesin verkkoselainpohjaisella ohjelmalla, joka tallentaa ja suoratoistaa hahmot Epic Gamesin pilvipalvelusta. Tehokkaalle tietokoneelle ei ole juurikaan tarvetta, sillä hahmojen prosessointi tapahtuu Epic Gamesin omilla koneilla ja kuva suoratoistetaan käyttäjän verkkoselaimelle (kuvio 8). Hahmojen tallentaminen suurikokoisina tiedostoina erikseen koneelle ei myöskään ole käyttäjälle tarpeen, sillä ne voidaan ladata suoraan pelimoottoriin Quixelin Bridge-työkalulla.

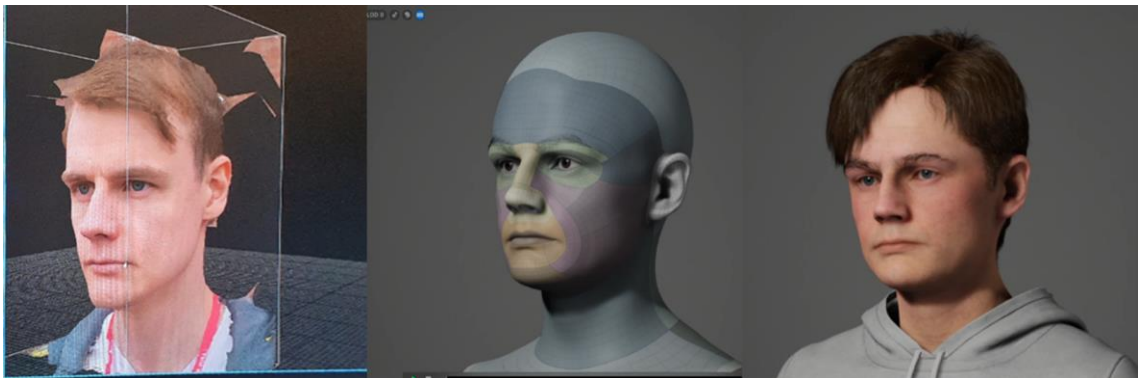


Kuvio 8. Selainpohjainen MetaHuman Creator ohjelma eri säätimieen

MetaHuman-teknologia luo hahmoja, jotka ovat ulkoasultaan uskottavia ja välttävät niin sanotun outo laakso -ilmiön. Tutkimusten mukaan virtuaaliset ihmiset, jotka ovat nykyteknologian huipulla, eivät enää jää jumiin oudon laakson ongelmaan ja ne arvioidaan houkuttelevammiksi, inhimillisemmiksi ja vähemmän aaveenomaisiksi kuin aiemmin (Higgins, Egan, Fribourg, Cowan & McDonnell 2022, 2). MetaHumanit yhdessä Unreal Enginen myös suoraviivaistavat monia muita prosesseja, jotka ovat muuten aikaa vieviä ja hankalia, kuten rangan, yksityiskoh-taisuuden tasot ja materiaalit.

Kun luodaan realistisia hahmojen malleja, katsojan huomio kiinnittyy päämäärätietoisesti hahmon materiaaleihin ja liikkeisiin. MetaHuman-teknologia on automatisoinut molemmat näistä prosesseista, mutta sillä on tiettyjä rajoituksia, kuten vain kolmen erilaisen hahmon kehon muodon, vaatteiden ja hiustyylien tarjoaminen.

Kasvojen luominen ja muokkaaminen halutun näköiseksi on helppoa ja nopeaa tarjotuilla ohjelmilla. MetaHuman Creator tarjoaa laajan valikoiman työkaluja hahmon kasvojen muokkaamiseen käsin. Lisäksi yhdessä Unreal Enginen kanssa käytettävä Mesh to MetaHuman työkalu mahdollistaa valmiin 3D-mallin muuttamisen suoraan MetaHumaniksi henkilön kasvoista. Tässä prosessissa Mesh to MetaHuman työkalu käyttää kuitenkin vain kasvojen geometriaa, joten kohteen kasvojen pinnalla olevat yksityiskohdat, kuten luomet tai tatuoinnit, eivät näy lopullisessa MetaHuman-hahmossa ilman muokkausta Unreal Enginessä. Kuviossa 9 esitetään, miten fotogrammetriamalli muunnetaan MetaHuman-hahmoksi vaiheittain. Ensimmäisessä kuvassa on Epic Gamesin RealityCapture-ohjelman avulla luotu fotogrammetriamalli. Fotogrammetriamallin pohjalta luodaan Unreal Enginessä geometrinen malli, joka esitetään keskimmäisessä kuvassa. Viimeisessä kuvassa geometriseen malliin lisätään ihomateriaali, hiukset, kehotyyppi sekä vaatteet MetaHuman Creatorissa.



Kuvio 9. Fotogrammetriamallin muuttaminen MetaHumaniksi -prosessi

MetaHuman-teknologia kärsii sidonnaisuudesta tiettyihin ohjelmiin, jotka Epic Games on sallinut. Esimerkiksi MetaHuman-mallin vienti ilmaiseen mallinnusohjelmaan Blenderiin ei ole suoranaisesti tuettua, vaikka se saattaa olla tarpeen monimutkaisempien hahmojen mallintamisessa. Tässä tapauksessa tulisi käyttää Epic Gamesin virallisesti tukemaa Autodeskin Maya-mallinnusohjelmaa.

Vaatteet ovat tärkeä osa hahmon todentuntuisuutta. Vaatteilla voidaan luoda luonnollinen vaikutelma peittämällä hahmon ihoa ja monimutkaista anatomiaa, kuten lihaksia. Esimerkiksi käsivarsikarvojen mallintaminen ja teksturointi on erittäin hankalaa eivätkä Metahumanit tarjoa siihen ratkaisua, mutta karvat voidaan

helposti piilottaa esimerkiksi pitkähihaisella paidalla. Vaikka Metahuman ei tarjoa laajaa valikoimaa vaatteita, sen eri vaatevaihtoehdot toimivat hyvin uusien vaatteiden mallintamisen pohjana, jotka sopivat paremmin tarkoitukseen. Vaatteiden materiaaleja ei myöskään tarvitse tehdä yhtä intensiiviseksi kuin ihon, jolloin perinteisiä PBR-käytäntöjä voidaan hyödyntää. Metahuman tarjoaa myös vaatteille oman materiaalinsa, joka lisää vaatteiden ryppyisyyttä proseduraalisesti hahmon liikkeessa.

Vaatteiden mallintamiseen on monta eri tapaa fotogrammetriasta simulointiin ohjelmilla, kuten CLO'n Marvelous Designerillä. Tärkeintä vaatteiden mallinnuksessa on kuitenkin hahmon luurankoa myötäilevä topografia ja tarkat 3D-mallin pinnan luuston painot. Topografiaa voidaan siten hyödyntää animaatioiden myös reaaliaikaisissa kangassimulaatioissa. Kuviossa 10 näkyy MetaHumanin peiton alla, peitto käyttää MetaHumanin luiden lisäksi Unreal Enginen Chaos- kangassimulaatiota.



Kuvio 10. MetaHumanin peiton alla

3 ÄÄNET JA ANIMAATIOT

3.1 Äänien ja kasvojen animaatioiden nauhoitus

Yksi tärkeimmistä elementeistä joka tekee realistisista hahmoista entistäkin uskottavampia on hahmojen puheääni ja kasvojen animaatiot. Näiden elementtien yhdistelmä tekee hahmoista inhimillisemmän tuntuista ja auttaa pelaajaa samaisumaan niihin. Yleensä, kun ollaan vuorovaikutuksessa toisten ihmisten kanssa, katse kiinnittyy automaattisesti heidän kasvoihinsa. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää kiinnittää erityistä huomiota hahmojen 3D-mallien kasvojen piirteiden yksityiskohtiin.

Psykologiaan juurtuvat tutkimukset kasvojen piirteistä osoittavat, että ihmisten kasvojen ulkonäköön perustuen voidaan arvioida yksilön ominaisuuksia luotettavuuden, aikomusten ja kykyjen suhteen. Samalla ihmiset myös muodostavat ensivaikutelman yksilöstä yhden sekunnin kuluessa ensitapaamisesta, mikä vaikuttaa heidän asenteisiin ja sosiaaliseen käyttäytymiseensä tätä yksilöä kohtaan. (Xiadong, Yingying, Yixin, Haoran & Yuangang 2022, 1-4.) Siksi on ideaalista, että ensimmäisen sekunnin aikana tehty ensivaikutelma myös sopii hahmon äänen, käsikirjoitukseen ja ilmeisiin.

Ääninäyttelijän taidot ovat merkittävässä roolissa realististen hahmojen luomisessa. Hyvä ääninäyttelijä kykenee tuomaan esille hahmon persoonallisuuden ja tunteet pelkästään äänensä avulla. Aksentit, puheen nopeus ja tauot ovat kaikki elementtejä, joita ääninäyttelijä voi hyödyntää hahmon ihmismäisyyden korostamiseksi. (Partanen, Koutonen & Taikina-Aho 2022, 4.) Jotta puheäänien nauhoitus sujuisi jouhevasti, on suositeltavaa, että ääninäyttelijä on harjoitellut käsikirjoitusta etukäteen.

Puheääniä nauhoittaessa ohjaajan rooli on myös tärkeä. Ohjaaja vastaa siitä, että ääninäyttelijä saa käsikirjoituksesta tarvittavat ohjeet ja että hahmon persoonallisuus tulee esille äänestä mahdollisimman todentuntuisesti ja luonnollisesti. Ohjaajan tehtävänä on myös varmistaa, että ääninäyttelijä puhuu oikeassa rytmisessä ja tunteiden sävyssä, jotta hahmon ääni sopii mahdollisimman hyvin sen

kasvoihin ja ilmeisiin. Hyvä ohjaaja osaa myös rohkaista ääninäyttelijää parhaaseen suoritukseen ja antaa tarvittaessa rakentavaa palautetta.

Käsikirjoituksella on tärkeä rooli ääninäyttelijän työssä. Käsikirjoituksen täytyy olla uskottava ja hahmon persoonallisuutta korostava, jotta ääninäyttelijä voi tuoda esille hahmon ominaispiirteitä. Liian robottimainen käsikirjoitus tai puhe voi rikkoa immersiota ja saada hahmon tuntumaan epätodelliselta.

On myös tärkeää, että hahmon 3D-mallin kasvot sopivat ääninäyttelijän ääneen. Jos ääni ja kasvot eivät sovi yhteen, pelaaja voi kokea sen epätodellisena ja oudon tuntuksena. Siksi onkin tärkeää löytää sopiva yhdistelmä, jotta hahmo tuntuu uskottavalta ja inhimilliseltä. Kuviossa 11 vasemmalla puolella näkyvä hahmomalli on luotu fotogrammetriatekniikalla sopimaan oikeanpuoleisen ääninäyttelijän ääneen paremmin.



Kuvio 11. MetaHuman hahmo ja hahmon ääninäyttelijä

Kasvojen puhe- ja ilmeanimaatiot ovat myös tärkeä tekijä todentuntuisen hahmon kehityksessä, sillä ihmisen katse keskittyy miltei aina henkilöiden kasvoihin. Ihminen tutkii tiedostamattaan ulkonäön lisäksi myös kasvojen hienoliikkeitä, eli pieniä, nopeita liikkeitä, jotka välittävät tunneilmaisuja ja viestejä (Costantini, Pianesi & Prete 2005, 6-5). Kasvojen animaation kaappaamiseen on useita eri

menetelmiä, kuten kuvan prosessointi, manuaalinen animointi ja automaattinen animointi ääniraidan avulla.

Kuvan prosessointi, on menetelmä, jossa ääninäyttelijää kuvataan äänien nauhoituksen aikana. Kuva tallennetaan ja sitten käsitellään prosessiin erikoistuneilla työkaluilla. Esimerkkinä tästä on Unreal Engineen sisällytetty Live Link -työkalu, joka toimii yhdessä Applen iPhoneen tai iPadin kanssa. Live Link työkalulla on myös mahdollista nähdä lopputulos reaaliajassa nauhoituksen aikana.

Manuaalinen animointi on menetelmä joka vaatii hyvän animaatorin hahmon kasvoille ja ammattitaitoisen kärsivällisen animaattorin. Lopputuloksen laatu riippuu animaattorin taidoista, mutta yleensä tällä tekniikalla tehdyissä kasvojen animaatioissa kestää kauan. (Roivainen 2009, 6-8.)

Kasvojen automaattinen animointi ääniraidan avulla on menetelmä, jossa käytetään pelkästään nauhoitettua ääntä. Äänestä poimitaan tietyt fononit, eli taajuuDET ja voimakkuudet, joiden mukaan kasvot animoidaan. Esimerkiksi vanhemmissa videopeleissä suun liike animoitiin pelkän äänenvoimakkuuden perusteella. (Kakumanu, Gutierrez-Osuna, Esposito, Bryll, Goshtasby & Garcia 2008, 2.)

3.2 Kehon animaatiot

Hahmon todentuntuuteen vaikuttavat keholliset liikkeet. Ilman kehollista animaatiota hahmo muistuttaa enemmän vahanukkeä kuin ihmistä. Keholliset animaatiot eivät kuitenkaan rajoitu vain liikkeisiin, kuten kävelyyn tai esineiden nostamiseen, vaan myös hahmon hienovaraisiin liikkeisiin, kuten hengitykseen, kehon kevyeen heilumiseen tai keinumiseen, asentojen vaihteluihin tai animaatioihin, jotka tapahtuvat hahmon ollessa joutilaana.

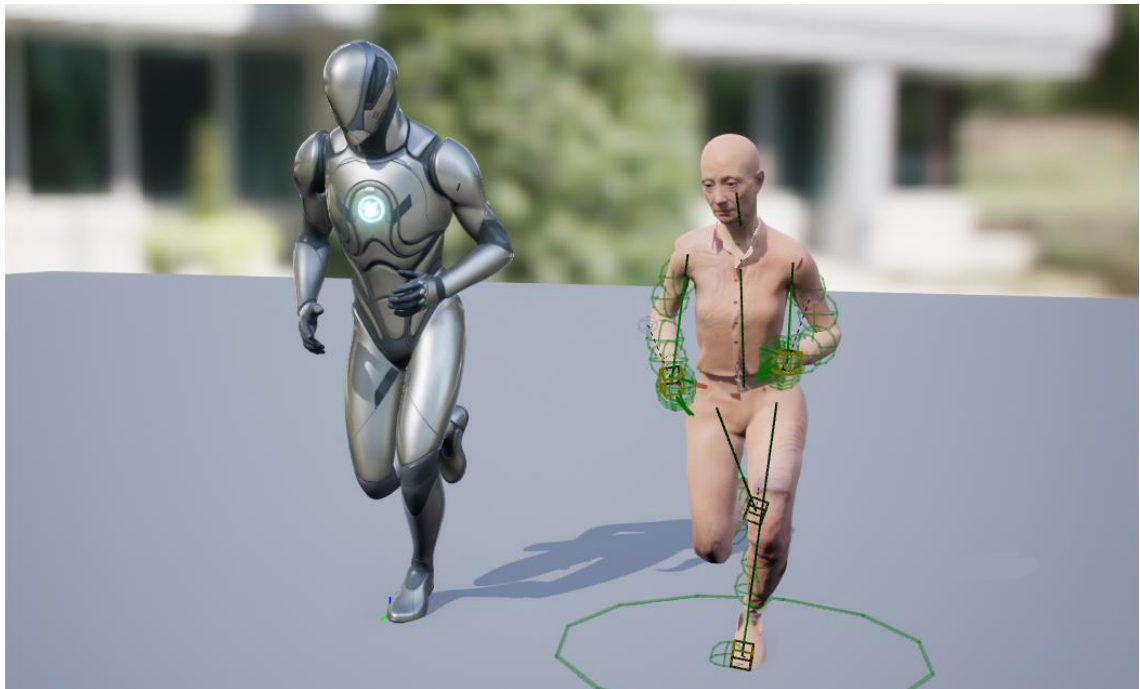
Liiketallennus on menetelmä, jolla tallennetaan oikeiden ihmisten liikkeitä ja muutetaan ne tietokoneanimaatioiksi. Tämä toteutetaan käyttämällä liiketunnistimia tai merkintöjä, jotka kiinnitetään näyttelijän kehoon ja tyypillisesti myös laadukkaita tarkkakuvakameroita, jotka tallentavat näyttelijän jokaisen liikkeen (kuvio

12). Liiketallennus mahdollistaa realististen ja luonnollisten animaatioiden helpomman ja nopeamman luomisen. (Sharma, Verma, Kumar & Sharma 2019, 2.)



Kuvio 12. Näyttelijä ja MetaHuma-hahmo

Liiketallennuksen tuottama kehon animaatiodata ei aina sovellu suoraan käytettäväksi projektin hahmon malleissa. Siksi animaatiot täytyy käydä läpi ja korjata, mikä tunnetaan animaatioiden puhdistusprosessina. Liikekaappaus-näyttelijän tallentamien liikkeiden siirtäminen hahmon 3D-malliin ei yleensä toimi, sillä 3D-malli ja näyttelijä ovat todennäköisesti erikokoisia. Esimerkiksi kaksi metriä pitkän näyttelijän nauhoittama animaatio ei näytä luonnolliselta 160 senttimetriä hahmon 3D-mallissa. Myös anatomiset yksityiskohdat, kuten raajojen pituudet ja nivelkohtien paikat, voivat vaihdella näyttelijöiden ja hahmon 3D-mallien välillä (kuvio 13).



Kuvio 13. Puhdistusprosessi Unreal Enginen retarget toolkit työkalussa

Animaatiopuhdistus alkaa uudelleen kohdistamalla animaatio näyttelijän kehon animaatioon käytetystä luurangosta projektin hahmon 3D-mallin luurankoon. Tyyppillisesti tässä vaiheessa myös muutetaan hahmojen koot oikeiksi, mutta muutokset aiheuttavat epäsäännöllisyyksiä, jotka tulisi korjata, kuten jalkojen leijumista tai uppoamista maan läpi sekä erikoisuuksia tai värinää eri osissa hahmon kehoja.

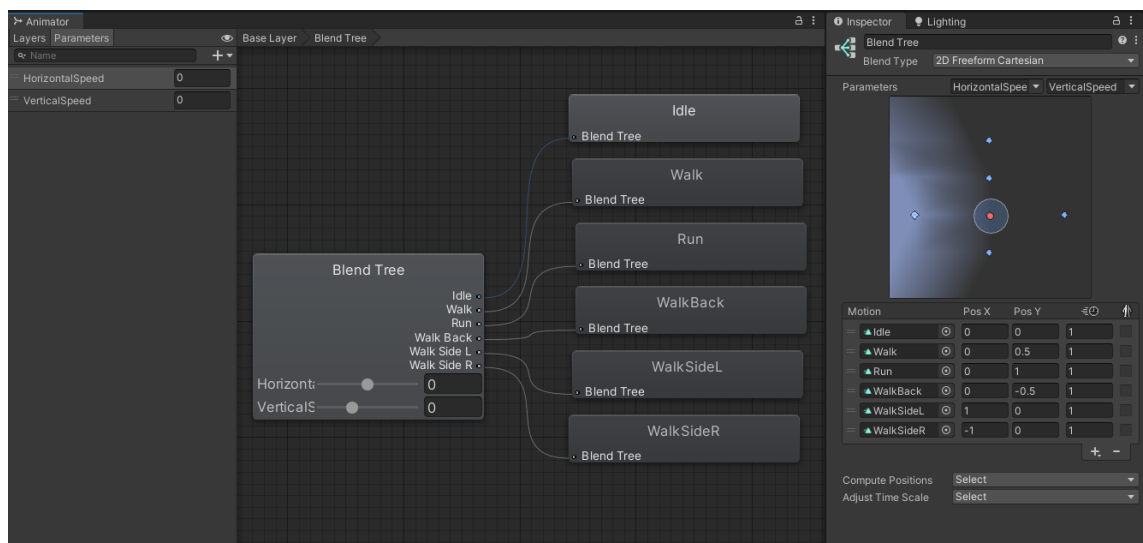
Puhdistettuja animaatioita viimeistellessä on parhaassa tapauksessa kyseessä vain luu, joka on hieman oudossa kulmassa ja täytyy kääntää oikein päin. Esimerkiksi hahmon jalkojen upotessa maan läpi hahmon jalat tulee palauttaa takaisin maan tasalle, mutta pelkästään jalan palautus ei yleensä kuitenkaan riitä, sillä jalan uppoaminen maan läpi todennäköisesti tarkoittaa sitä, että hahmon lantio on liian matalalla. Tällöin tulee hahmon lantio nostaa korkeammalle tai hahmo muuten vaikuttaa olevan kyyryssä.

Pahimmassa tapauksessa huono kehon animaatio voi tarkoittaa sitä, että animaattorin tulee korjata animaation kaikki puutteet manuaalisesti sen jokaisella avainkehyksellä. Prosessi on hyvin aikaa vievää ja turhauttavaa. Korjauksen sijasta olisi viisainta nauhoittaa kehon animaatio uudelleen.

3.3 Sekvenssipuut

Sekvenssipuu on ohjelma, joka hallitsee hahmon animaatioita. Se koostuu palikoista, jotka on yhdistetty toisiinsa nuolilla. Palikat edustavat erilaisia animaatioita, kuten kävelyä tai hyppimistä ja nuolet osoittavat, mihin animaatioon palikasta voidaan siirtyä seuraavaksi. Sekvenssipuun tehtävä on ohjata animaatioiden kulku visuaalisesti ja järjestää sekä ylläpitää suurta määrää monimutkaisia animaatioita. (Aulén 2020, 19-21.)

On tavallista, että hahmolla tai muulla animoidulla peliobjektilla on useita erilaisia animaatioita, jotka vastaavat erilaisia toimintoja pelissä. Esimerkiksi hahmo saattaa hengittää tai heilua hieman ollessaan passiivisena, kävellä kun sitä komennetaan ja nostaa kätensä paniikissa pudotessaan alustalta. Ovella voi olla animaatiot avaamiseen, sulkemiseen, jumiutumiseen ja rikkomiseen. Sekvenssipuut käyttävät visuaalista järjestelmää, joka muistuttaa vuokaaviota kuvatakseen tilakonetta, jonka avulla voit hallita ja järjestellä animaatioita, joita halutaan käyttää hahmolla tai objektilla. (Unity3D 2023.) Kuviossa 14 näkyy Unity3D:n sekvenssipuu jonka oikealla puolella näkyvät siniset täplät ovat animaatioita joita punainen täplä kontrolloi. Mitä lähempänä sinistä täplää punainen täplä on, sitä suurempi paino sinisen täplän animaatiolle annetaan prosentteina verrattuna muihin sinisiin täplisiin. Punaista täplää liikutetaan vasemmalla näkyviä arvoja `HorizontalSpeed` ja `VerticalSpeed` muuttamalla.



Kuvio 14. Unity3D:n Blend Tree -sekvenssipuu

Sekvenssipuuta voidaan ohjata toisella ohjelmalla, kuten hahmon logiikalla. Kun sekvenssipuu saa käskyn hahmon logiikalta, kuten hyppää, tarkistaa sekvenssipuu, onko nykyisessä palikassa nuolta, joka tottelee käskyä hyppää. Jos nuoli löytyy, siirtyy sekvenssipuu nuolen osoittamaan palikkaan häivyttäen animaatiot yhteen saumattomasti. Jos nuolta ei löydy, sivuuttaa sekvenssipuu käskyn kokonaan ja pysyy alustavalla palikallaan. (Aulén 2020, 30.)

Kun sekvenssipuu yhdistetään IK-rankoihin, voidaan luoda hyvin realistisia proseduraalisia reaktioita eri tilanteista. Esimerkiksi kun hahmo poimii eri objekteja, voidaan hahmon animaatioon käyttää pelkkää IK-rankaa, joka liikuttaa hahmon käden luonnollisesti esineelle. Tällöin ei tarvitse erikseen animoida montaa poimimisanimaatiota esimerkiksi eri esineille tai hahmon asennoille. Animaatiossa käytetään jo olemassa olevaa animaatiota, kuten hahmon istumista, johon sulavasti yhdistetään proseduraalisesti generoitu käden liikeanimaatio. Kuviossa 15 MetaHumanin hahmon oikea käsi on animoitu laittamaan särkylääke suuhun, kun taas vasen käsi on IK-rangalla ohjelmoitu pitämään vesilasista kiinni.



Kuvio 15. MetaHumanin särkylääkeanimaation nielemisvaihe

4 KULTTUURIOSAAJAN HAHMOT

4.1 KulttuuriOsaaja-projekti

Lapin ammattikorkeakoulun, Oulun yliopiston ja Oulun ammattikorkeakoulun yhteishankkeen KulttuuriOsaajan (2021-2023) tarkoituksena oli auttaa maahanmuuttajataustaisia sairaanhoitajia ja sairaanhoitajaopiskelijoita sopeutumaan suomalaiseen työelämään paremmin. Opiskelijoiden kielitaito on usein heikkoa ja motivaatio työskennellä Suomessa vähäistä. Tämän vuoksi Lapin ammattikorkeakoulun kumppani, ohjelmistolaboratorio FrostBit kehitti KulttuuriOsaaja-hankkeessa turvallista ja motivoivaa VR-kielenoppimisympäristöä opiskelijoille. (Partanen 2022.)

Projektissa oli mukana VR-asiantuntijoita, hoitotyön lehtoreita ja suomen kielen opettaja. Jokaisen osapuolen kanssa tehtiin aktiivisesti testausta ja pilotointia. Oli myös tärkeää, että käsikirjoituksen kirjoittamiseen osallistui projektin jokainen kumppani, jotta käsikirjoitus saatiin vastaamaan tosielämää ja täyttämään jokaisen osapuolen vaatimukset ja toiveet. (Partanen, Koutonen, Jalonen, Hurd & Taikina-Aho 2022.)

Tehtävänäni projektissa oli päämääräisesti kehittää MetaHumanit, MetaHumanien käyttämät esineet sekä MetaHumanien animaatiot. Projektissa käytettiin Epic Gamesin Unreal Engine 5-pelimoottoria ja sen MetaHuman-tekniologiaa hahmojen luomiseen ja kontrolloimiseen. Jotta hahmot sopisivat ympäristöön, piti jokaisen projektityöntekijän ottaa osaa myös muiden tehtäviin muun muassa ympäristömallinnuksessa, ääninauhoituksessa sekä ohjelmoinnissa, jottei luotu aineisto eriyisi toisistaan liikaa. Esimerkiksi skaalojen eroavaisuudet hahmojen 3D-mallien ja ympäristömallien välillä voivat aiheuttaa pelaajalle oudon tunteen tai vaikutelman epätasapainosta. Kuviossa 16 näkee miten hahmoja luodessa oli tärkeää tehdä yhteistyötä myös ympäristömallintajan kanssa. Ympäristöstä on luotu harmaasävyinen, jotta Markus Näppärä olisi aina katseen keskipiste. Myös yöpöydällä näkyvät esineet, joita pelaajan tulee skenaariossa käyttää, ovat räikeän punaisia, jotta pelaaja löytäisi ne helpommin.



Kuvio 16. Markus Näppärän potilashuone

4.2 KulttuuriOsaajan skenaariot

KulttuuriOsaaja on jaettu kahteen skenaarioon, jotka opettavat pelaajalle suomen kieltä ja kommunikointia eri tavoin. Simulaatiopelin käynnistyessä pelaaja löytää itsensä odotusaulasta, joka todettiin välttämättömäksi immersion kannalta jo varhaisessa kehitysvaiheessa. Odotusaulassa pelaaja saa ensimmäisen kosketuksensa KulttuuriOsaajan VR-maailmaan ja hänelle annetaan lyhyet ohjeet simulaatiopelin pelaamiseen. Odotusaulaa ja muita skenaarioympäristöjä varten käytettiin referenssinä suomalaisista sairaaloista otettuja kuvia sekä 3D-skannausteknologialla tuotettuja 3D-malleja sairaaloista (kuvio 17).



Kuvio 17. KulttuuriOsaajan odotusaula

Simulaatiopelin ensimmäinen skenaario keskittyy kouluttamaan kommunikointia ja suomen kieltä rauhallisessa ympäristössä. Täysin MetaHuman-teknologialla luotu 53-vuotias Markus Näppärä tulee kotiuttaa sairaalasta polvileikkauksen jälkeen. Markus on perusterve suomalainen mies, joka on käsikirjoitettu ja ääninäytelty olemaan hieman vetäytyvä ja rauhallinen. Markuksen kotiuttaminen tapahtuu päämääräisesti keskustelemalla hänen kanssaan ja olemalla hänen kanssaan vuorovaikutuksessa eri tavoin.

Toisin kuin Markuksen skenaario, KulttuuriOsaajan toinen skenaario eli Maija Mehiläinen, on edeltävää paljon hermostuttavampi. Maija on huonokuntoinen 57-vuotias nainen, jonka huonokuntoisuus tulee esille jo tämän eleissä ja äänessä. Maija on saapunut osastolle keuhko-ongelmien takia ja saa skenaarion aikana allergisen kohtauksen, jonka aikana pelaajan on kommunikoitava hoitokunnan kanssa ja seurattava skenaariossa esiintyvän hoitajan ja lääkärin ohjeita. Skenaariossa pelaajan tulee kommunikoida Maijan, hoitajan ja puhelimen päässä olevan lääkärin kanssa, jotka testaavat pelaajan kuullun ymmärtämistä monivaihtakysymysmuodossa.

KulttuuriOsaajan jokaisen hahmon keholliset animaatiot kaapattiin liikkeidenkaappausteknologialla Skellefteåssa Arctic Gamen liikekaappausstudiolla. Markuksen liikkeiden kaappausta esittäneellä näyttelijällä oli huomattavasti lyhyempi vartalo kuin Markus-hahmolla, mikä teki Markuksen animaatioiden puhdistamisesta vaativaa työtä, mutta Maijan ja hoitajan tapauksessa puhdistustyö oli vähemmän suuri, sillä molemmat hahmot olivat yhtä pitkiä kuin näyttelijä.

Puheäänien ja kasvojen animaatioiden tallennus tapahtui Lapin yliopiston äänitysstudioissa. Animaatioiden tallennukseen käytettiin Unreal Enginen Live Link -työkalua kasvojen animaatioiden tallentamiseen ja Adoben Audition-ohjelmaa äänien nauhoittamiseen. Hoitajan ja Maijan tapauksessa äännet ja hahmon kasvot sopivat täydellisesti yhteen, sillä ääninäyttelijöiden kasvoista käytettiin fotogrammetriamalleja MetaHuman-hahmojen luomiseen. Markuksen tapauksessa ääni ei aluksi sopinut hahmon kasvoihin, sillä ääninäyttelijän ääni kuulosti liian nuorelta. Ongelma ratkaistiin jälkikäteen alentamalla ääninäyttelijän ääntä, mikä auttoi

saamaan äänen ja kasvojen animaatiot täsmäämään paremmin keskenään. Kuvio 18 näyttää yliopiston äänitysstudion. Ääninäyttelijän edessä on mikrofonin lisäksi myös Applen iPhone, joka kaappaa heidän kasvoista videokuvaa ja lähettää sen kuvassa näkyvään kannettavaan tietokoneeseen, jossa se muutetaan MetaHumanin kasvojen animaatioksi.



Kuvio 18. Kuva yliopiston äänitysstudiolta

4.3 Vuorovaikutus KulttuuriOsaajan hahmojen kanssa

KulttuuriOsaajassa vuorovaikutus hahmojen kanssa on monipuolista ja vaihtelee kahden skenaarion ja niiden hahmojen välillä. Molemmassakin skenaariossa pelaajan on keskusteltava hahmojen kanssa. Keskustelu tapahtuu mikrofonin puhumalla. KulttuuriOsaaja käyttää Googlen Google Speech -puheentunnistusohjelmaa, jolla pelaajan ääni muutetaan tekstiksi, jota voidaan sitten verrata käsikirjoitukseen. Puheentunnistusta hyödyntämällä hahmot on ohjelmoitu reagoimaan pelaajan puheisiin joko vastauksilla, jotka jatkavat käsikirjoitusta eteenpäin tai ilmoittamalla, että hahmot eivät ymmärtäneet pelaajaa. (Partanen, Koutonen, Jalonen, Hurd & Taikina-Aho 2022.)

Tyypillisin tapa tehdä hahmosta vuorovaikutteisempi on saada hahmo tiedostamaan pelaaja ohjelmoimalla pään ja silmien liikkeitä, jotka seuraavat pelaajaa.

Tätä tekniikkaa käytetään jokaisen KulttuuriOsaajan MetaHumanissa, jokaisella hahmolla on myös hahmokohtaisia joutilasanimaatioita. Joutilasanimaatiot, eli perusliikkeet, kuten ympärille katselu, rauhallinen hengitys ja tylsistynyt näplääminen, luovat hahmosta elävän vaikutelman.

Maija Mehiläisen skenaariossa pelaaja keskustelee Maijan, hoitajan sekä lääkärin kanssa. Maija ja hoitaja ovat molemmat potilashuoneessa läsnä olevia MetaHuman-hahmoja, kun taas lääkäri on pelkkä ohjaava ääni puhelimesta. Skenaariossa pelaajan on päämääräisesti pelkästään seurattava ja hoidettava Maijan vointia. Maijan vointi pahenee skenaarion edetessä, punertuneen ihon lisäksi Maijan puhe muuttuu myös karheammaksi ja Maija alkaa yskimään ja saa hengitysvaikeuksia. Maija on animoitu yskimään ja raapimaan itseään allergiavaiheessa, hänen hengityksensä animaation voimakkuus ja ihon punoitus on myös ohjelmallisesti kehittäjien kontrolloitavissa (kuvio 19). Pelaaja keskustelee myös allergiakohtauksen aikana huoneeseen saapuneen hoitajan kanssa, joka vaihtelevasti katselee molempia, pelaajaa ja Maijaa, tilanteesta riippuen.



Kuvio 19. Maija ennen kohtausta ja kohtauksen aikana

Markus Näppärä -skenaariossa on Markus ainoa henkilö, jonka kanssa pelaaja keskustele. Skenaarion päämääränä on tarkastaa Markuksen vointi, ohjeistaa Markusta ja antaa Markukselle kepit ja särkylääkkeen. Markus on animoitu, käsi-kirjoitettu ja ääninäytelty olemaan varsin terveen oloinen, mutta jalan liikuttelun kipu näkyy Markuksen eleissä. Markuksen hahmon tulee osata nostaa jalka sängylle, pitää sitä siinä laastarinvaihdon ajan ja laskea jalka takaisin maahan. Jalan liikuttelu on toteutettu ohjelmallisesti sekvenssipuin. Markuksen tulee myös vastaanottaa skenaarissa kaksi esinettä, särkylääke ja kävelykepit. Markuksen tulee reagoida ja animoida esineiden mukaisesti. Esineitä vastaanottaessa molemmat, Markuksen käsi ja katse seuraavat esinettä IK-teknologiaa hyödyntämällä. Vastaanotettuaan särkylääkkeen Markus on animoitu ottamaan sängyn viereseltä yöpöydältä lasin vettä ja juomaan siitä nielaistuaan lääkkeen. Kävelykepit saatua Markus kävelee kepeillä lyhyen matkan hieman linkuttaen. Tämän jälkeen Markus palaa takaisin sängylle jääden seisomaan pelaajan eteen kuin hän olisi valmiina lähtemään kotia (kuvio 20).



Kuvio 20. Markuksen kävelykeppianimaation eri vaiheet

5 POHDINTA

Opinnäytetyö listaa vastaan tulleet tärkeät ongelmat ja vaiheet jotka kehittäjien tulisi pitää mielessä hahmojen visuaaleja, animaatioita, ääniä ja vuorovaikutuksia kehittäessä. Opinnäytetyön päämääränä oli antaa lukijalle raamit, joiden perustalla voidaan luoda luonnollisia hahmoja eri simulaatiopeliympäristöihin ja tarkoituksiin. Selitin opinnäytetyössä nämä tärkeät pikkuseikat vastaavien hahmojen implementoinnissa. Olen tyytyväinen lopputulokseen, vaikkakin lopputyö olisi ehkä voinut olla selkeämpi ja helpompi kirjoittaa, mikäli olisin kirjoittanut sen enemmän tutoriaalimaisesti.

MetaHumaneiden rajoitukset olivat harhaanjohtavan suuret. Vaikeudet viedä MetaHumaneita ohjelmiin joita Epic Games ei tue, tekee hahmojen parissa työskentelystä haastavaa. Lisäksi hahmoille tehtävät muutokset ovat varsin rajoitettuja, mikä entisestään lisää vaikeuksia. Esimerkiksi kolme kehotyyppiä ei todennäköisesti riitä ihmisen digitaalisen kaksosen tekemiseen. Myös se, ettei MetaHumanin kasvojen 3D-mallia voi viedä muihin 3D-mallinnusohjelmiin kuin Autodeskin Mayaan, tuhoamatta kasvojen 3D-mallia kokonaan, supistaa hahmoon tehtäviä mahdollisia muutoksia hyvin paljon.

MetaHumaneiden optimisaatio oli myös varsin huonoa. KulttuuriOsaaja on suunniteltu toimimaan vain kannettavilla tietokoneilla virtuaalitodellisuudessa, joten simulaatiopelin suorituskykyä täytyi parantaa projektin aikana paljon. MetaHumaneiden raskaat materiaalit ja yksityiskohtaiset hiukset olivat ensimmäisiä asioita, joita projektissa jouduttiin karsimaan ja se vaikutti simulaatiopelin lopulliseen ulkonäköön.

KulttuuriOsaaja oli mielenkiintoinen projekti, joka onnistui tehtävässään erinomaisesti. Projektille suunnitellaan jo tulevaisuudessa jatkokehitystä monessa eri muodossa. Olen erittäin tyytyväinen omaan ja muiden projektissa työskennelleiden työpanokseen ja toivon pääseväni tekemään vastaavaa työtä myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- Aulén, J. 2020. Animation State machines in Unreal Engine. Opinnäytetyö, Kaakkoissuomen ammattikorkeakoulu. Viitattu 3.5.2023 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/335954/janessa_aulen.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Bhatti, Z. & Shah, A. 2012. Widget based automated rigging of bipedal character with custom manipulators. Tutkimus, KICT, Malesian kansainvälinen islamilainen yliopisto. Viitattu 14.2.2023 <https://dl-acm-org.ez.lapinamk.fi/doi/pdf/10.1145/2407516.2407593>.
- Cortes, G. & Andres, M. 2021. Design of a photogrammetry pipeline: generating 3D models for real-time engines. Opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 23.4.2023 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/501511/Gabarr%c3%b3n%20Cort%c3%a9s_Manuel%20Andres.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
- Costantini, E., Pianesi, F. & Prete, M. 2005. Recognising emotions in human and synthetic faces: the role of the upper and lower parts of the face. Artikkel, Association for Computing Machinery. Viitattu 5.5.2023 <https://dl-acm-org.ez.lapinamk.fi/doi/pdf/10.1145/1040830.1040846>.
- Higgins, D., Egan, D., Fribourg, R., Cowan, B. & McDonnell, R. 2021. Ascending from the valley: Can state-of-the-art photorealism avoid the uncanny? Tutkimus, Association for Computing Machinery. Viitattu 15.2.2023 <https://dl-acm-org.ez.lapinamk.fi/doi/pdf/10.1145/3474451.3476242>.
- Jacobs, J., Barbic, J., Edwards, E., Doran, C. & Straten, A. 2016. How to build a human: practical physics-based character animation. Tiivistelmä, Association for Computing Machinery. Viitattu 14.2.2023 <https://dl-acm-org.ez.lapinamk.fi/doi/pdf/10.1145/2947688.2947698>.
- Kakumanu, P., Gutierrez-Osuna, R., Esposito, A., Bryll, R., Goshtasby, A. & Garcia, O. N. 2001. Speech Driven Facial Animation. Artikkel, Association for Computing Machinery. Viitattu 11.5.2023 <https://dl-acm-org.ez.lapinamk.fi/doi/pdf/10.1145/971478.971488>.
- Kelly, A. 2006. Essential Kinematics for Autonomous Vehicles. Opas, Robotiikkainstituutti Carnegie Mellon yliopisto. Viitattu 15.2.2023 https://www.cs.cmu.edu/~alonzo/pubs/reports/kinematics_V2.pdf.
- Kuorikoski, J. (2018). Pelitaiteen manifesti. Kirja, Helsinki: Gaudeamus.
- Laser Design. 2013. 3D Scanning Technology – Hard Work That Looks Like “Magic”. Artikkel. Viitattu 28.2.2023 <https://www.laserdesign.com/what-is-3d-scanning>.
- Lifewire. 2020. What is 3D-modeling? Artikkel. Viitattu 23.2.2023 <https://www.lifewire.com/what-is-3d-modeling-2164>.

Nop, K., Manissaward, J. & Oattarapon, T. 2019. Development of Character Design Frameworks using Game Engine: Unreal Engine. Tutkielma, 4. kansainvälinen digitaalisen taiteen, median ja teknologian konferenssi. Viitattu 15.2.2023 <https://ieeexplore-ieee-org.ez.lapinamk.fi/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8692268>.

Partanen, R. 2022. "Anteeksi, voisitko toistaa?" -VR-pelihahmo turvallisena keskustelukumppanina. Suomenopettajat-lehti. Artikkel, Lapin ammattikorkeakoulu. Viitattu 3.05.2023. <https://bin.yhdistys-avain.fi/1553985/fDtQPgM0m9vSulWosU2M0YJccj/VR-pelihahmo%20turvallisena%20kumppanina%20SO%2032022.pdf>.

Partanen, R., Koutonen, J., & Taikina-Aho, J.-M. 2022. VR-simulaatiopeli suomalaisen työelämään tähtäävien aikuisten kielenoppijoiden tukena. Artikkel, Lapin ammattikorkeakoulu. Aikuiskasvatus, 42(3), 230–236. Viitattu 5.5.2023 <https://journal.fi/aikuiskasvatus/article/view/122028/72508>.

Partanen, R., Koutonen, J., Jalonen, J., Hurd, J. & Taikina-aho, J.-M. 2022. Opi suomea juttelemalla VR-hahmon kanssa! –VR-simulaatiopeli maahanmuuttajataustaisten sairaanhoitajaopiskelijoiden kieli- ja ammattiosaamisen tukena. Artikkel, Lapin ammattikorkeakoulu. Kieli, koulutus ja yhteiskunta, 13(6). Viitattu 1.5.2023 <https://www.kieliverkosto.fi/fi/journals/kieli-koulutus-ja-yhteiskunta-marraskuu-2022/opi-suomea-juttelemalla-vr-hahmon-kanssa-vr-simulaatiopeli-maahanmuuttajataustaisten-sairaanhoitajaopiskelijoiden-kieli-ja-ammattiosaamisen-tukena>.

Roivainen, J. 2009. Kasvoanimaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus 3D-hahmolle. Opinnäytetyö, Metropolia ammattikorkeakoulu. Viitattu 5.5.2023 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2900/janne-roivainen_opinnaytetyo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Slinger, P., Etemad, S.A., Arya, A. 2009. Intelligent toolkit for procedural animation of human behaviors. Tutkimus, Carleton yliopisto. Viitattu 5.15.2023 <https://dl-acm-org.ez.lapinamk.fi/doi/pdf/10.1145/1639601.1639618>.

Sharma, S., Verma S., Kumar, M. & Sharma, L. 2019. Use of Motion Capture in 3D Animation: Motion Capture Systems, Challenges, and Recent Trends. Konferenssipaperi, 2019 Kansainvälinen koneoppimista, suurdataa, pilvi- ja rinnakkaislaskentaa käsittelevä konferenssi. Viitattu 1.5.2023 <https://ieeexplore-ieee-org.ez.lapinamk.fi/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8862448>.

Unity3D. 2023. Animation State Machines. Dokumentaatio, Unity3D. Viitattu 14.4.2023. <https://docs.unity3d.com/Manual/AnimationStateMachines.html>.

Vikström, K. 2019. 3D-mallin teksturointi. Opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 23.4.2023 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/264904/Vikstrom_Kalle.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Xiadong, D., Yingying, Y., Yixin, D., Haoran, L. & Yuangang, W. 2022. Personality Recognition Method based on Facial Appearance. Konferenssipaperi, Dalian Minzu-yliopisto. Viitattu 17.4.2023 <https://ieeexplore-ieee-org.ez.lapinamk.fi/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9824658>.

Yutong, H., Feng, W. & Yinshuang, F. 2018. Research on model optimization based on 3DS max modeling. Tutkimus, Hainanin yliopisto. Viitattu 23.2.2023 <https://ieeexplore-ieee-org.ez.lapinamk.fi/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8394362>.