



Digitaalinen identiteetti Metaversessa

Tutkimus 3D-ihmisen ja virtuaalisen muodin luomisesta

Wilma Kurumaa

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2024

Medianomi
Leikkaus ja äänisuunnittelu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Media-alan koulutusohjelma
Leikkaus ja äänisuunnittelu

KURUMAA, WILMA
Digitaalinen identiteetti Metaversessa
Tutkimus 3D-ihmisen ja virtuaalisen muodin luomisesta

Opinnäytetyö 56 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Toukokuu 2024

Opinnäytetyössä tutkittiin digitaalisen ihmisen ja muodin kehitystä, nykytilaa sekä tulevaisuuden mahdollisuuksia. Tekoälyn ja teknologisten edistysaskelten myötä digitaalisesti luodut hahmot ja niiden rooli yhteiskunnassa ovat nousseet keskeiseen asemaan eri ammattialoilla. Opinnäytetyössä tarkasteltiin, miten realistisen näköinen ja oloinen digitaalinen ihminen rakennetaan ja mitä tekijöitä sen luomisessa tulisi ottaa huomioon. Lisäksi käytiin läpi digitaalisen muodin kehitystä sekä meneillään olevia vallankumouksia niin vaateteollisuuden kuin pelisuunnittelun alalla. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös tekoälyn, robotismin ja posthumanismin teorioita sekä niiden yhteyksiä digitaalisen itseilmaisuuksiin, sivuten aihealueiden eettisiä ja filosofisia kysymyksiä, kuten ihmisen tietoisuuden toisintamista ja siirtämistä sekä koneoppimisen vaikutuksia yhteiskunnassa. Opinnäytetyön tavoitteena oli syventää ymmärrystä digitaalisen ihmisen luomisen taustoista, teorioista ja teknisistä näkökohdista sekä tarjota työkaluja digitaalisen kehollisuuden kokemiseen, eettiseen ja yhteiskunnalliseen tutkimukseen lisäksi. Tarkoituksena oli tarjota konkreettista tietoa ja käytännön tekniikoita 3D-hahmojen suunnitteluun ja personointiin, syventäen ymmärrystä siitä, miten keinoäly ja posthumanistiset ideat vaikuttavat digitaalisen ihmisen luomiseen.

Tutkimusmenetelminä käytettiin osallistavaa havainnointia, kokeiluja 3D- ja AR-mallinnus- ja animointiohjelmistoilla sekä liikkeenkaappauslaitteistolla. Teoreettiseen tutkimukseen on liitetty tekniikoiden käsittelyä, joka tähtää digitaalisen hahmo- ja vaatesuunnittelun infrastruktuurin peruselementtien avaamiseen, antaen käytännön työkaluja niiden toteuttamiseen. Oleellisimpana osana opinnäytetyötä oli empiirinen tutkimus, joka keskittyi digitaalisen ihmisen luomiseen ja 3D-vaatesuunnitteluun. Lisäksi teoreettinen tutkimus tapahtui vuoropuhelussa relevantin, ajankohtaisen kirjallisuuden kanssa. Opinnäytetyö on rakenteeltaan perinteinen tutkielma, joka noudatti tieteellisen kirjoittamisen periaatteita. Teoreettisen viitekehyksen, empiirisen tutkimuksen ja käytännön kehittämisen pyrkii antamaan kattavan näkemyksen digitaalisen ihmisen luomisesta ja sen sovelluksista, erityisesti muotialalla ja lisätyn todellisuuden kontekstissa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että digitaalinen muoti ja digitaalinen ihminen ovat yksi nopeimmin kehittyvistä visuaalisen suunnittelun aloista ja niiden rooli vaate- ja viihdeteollisuudessa on kasvamassa merkittävästi. Lisäksi digitaalisen muodin alueella on paljon tekoälyyn liittyviä näkökulmia ja tekniikoita. Sekä digitaalinen muoti että digitaalinen ihminen ovat tiiviisti sidoksissa ihmistietoisuuden tutkimukseen, tekoälyn ja digitaalisen identiteetin kehitykseen, mikä tekee niistä relevantteja ja vaikuttavia aloja vaikka ne ovat vasta kasvamassa. Digitaalinen suunnittelu ei tee perinteisiä ammattialoja tarpeettomiksi, vaan pikemminkin tuo niihin uuden ulottuvuuden ja arvon, luoden ammattialojen välistä yhteistyötä, mikä edistää innovaatioita ja kehitystä monilla aloilla.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Media
Audiovisual Planning and Expression

KURUMAA, WILMA:
Digital Identity in the Metaverse
A Study on Creating 3D Humans and Virtual Fashion

Bachelor's thesis 56 pages, appendices 4 pages
May 2024

The thesis investigated the development, current state and future possibilities of digital humans and fashion. With the advancements in artificial intelligence and technology, digitally created characters and their role in society have become prominent across various professions. The thesis examined how a realistically looking and feeling digital human is constructed and what factors should be considered in its creation. Additionally, it discussed the evolution of digital fashion and ongoing revolutions in industries like clothing and game design. The thesis also addressed theories of artificial intelligence, robotics and posthumanism, along with their connections to digital self-expression, touching upon ethical and philosophical questions in these areas such as the replication and transfer of human consciousness and the societal impacts of machine learning.

The aim of the thesis was to deepen the understanding of the backgrounds, theories and technical aspects of creating a digital human, as well as to provide tools for experiencing digital embodiment, alongside ethical and societal research. It aimed to offer concrete knowledge and practical techniques for designing and personalizing 3D characters, enhancing the understanding of how artificial intelligence and posthumanist ideas influence the creation of digital humans.

Research methods included participatory observation, experiments with 3D and AR modeling and animation software, as well as motion capture equipment. Theoretical research involved the exploration of techniques aiming to unveil the basic elements of digital character and clothing design infrastructure, providing practical tools for their implementation. The most essential part of the thesis was empirical research focusing on digital human creation and 3D garment design. Furthermore, theoretical research engaged in dialogue with relevant, current literature. Structured as a traditional dissertation, the thesis adhered to the principles of scientific writing. The theoretical framework, empirical research and practical development aimed to provide a comprehensive understanding of digital human creation and its applications, particularly in the fashion industry and augmented reality context.

In conclusion, digital fashion and the digital human represent one of the fastest growing fields in visual design, with their roles in the clothing and entertainment industries significantly expanding. Additionally, the field of digital fashion encompasses numerous perspectives and techniques related to artificial intelligence. Both digital fashion and the digital human are closely linked to the study of human consciousness, the development of artificial intelligence and digital identity, making them relevant and impactful areas despite being in their nascent stages. Digital design does not render traditional professions obsolete; instead, it adds a new dimension and value to them, fostering interdisciplinary collaboration that promotes innovation and advancement across various fields.

Key words: digital human, AR fashion, phygital design, posthumanism

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	DIGITAALINEN IDENTITEETTI JA IHMISYYDEN TULEVAISUUS.....	11
	2.1 Posthumanismi ja transhumanismi.....	11
	2.1.1 Biologiaan pohjautuva keinoäly	13
	2.2 Digitaalinen ihminen.....	18
	2.2.1 Tekoälyn vaikutus taiteeseen ja tulevaisuuteen	21
3	DIGITAALISEN 3D-HAHMON LUOMINEN	24
	3.1 Suunnittelu ja mallinnus	24
	3.1.1 Teksturointi.	27
	3.2 Koristelu ja stailaus	29
	3.2.1 Animointi.....	33
	3.2.2 Phygitaalinen suunnittelu.....	36
4	DIGITAALINEN VAATESUUNNITTELU	39
	4.1 Digitaalisen muodin nousu	39
	4.1.1 Vaatesuunnitteluohjelmistot	43
	4.2 AR-muoti	45
5	POHDINTA	49
	LÄHTEET.....	52
	LIITTEET	53
	Liite 1. AR Try On -Demo.....	53
	Liite 2. Aurinkolasien suunnittelua Rhinoceroksessa	54
	Liite 3. Mandelbulb fraktaaligeneraattori asusteiden suunnittelussa ..	55
	Liite 4. Timelapse asun luomisesta, CLO3D / Blender	56

LYHENTEET JA TERMIT

- Digital human** Virtuaalinen ihminen, joka on luotu 3D-tekniikalla. Digitaaliset ihmiset voivat olla joko kopioita, "avattaria", jo olemassa olevista ihmisistä tai lähtökohtaisesti individualistisiksi toimijoiksi luotuja hahmoja
- Konetietoisuus** Kongitiivisen robotiikan ja tekoälytekniikan tutkimusala, jonka tarkoituksena on selvittää keinotekoisien tietoisuuden toteuttamisen vaatimukset
- Motion capture** Liikkeenkaappaus eli tekniikka, jolla kaapataan/nauhoitetaan liikkeitä digitaaliseen muotoon. Liikedataa voi tutkia ja käyttää digitaalisten hahmojen liikuttamiseen
- Rigging** 3D-hahmon luurangon tekeminen, joka mahdollistaa hahmon liikkeiden animoimisen
- Teknologinen singulariteetti** Tekoälyn kehityksen piste, jossa keinotekoinen äly saavuttaa tietoisuuden ja kehittyy ihmistä älykkäämmäksi
- Sensorimotorinen integraatio** Aistitiedon jäsentyminen: aivot jäsentävät aistitietoa, jota se saa kehon, mielen ja ympäristön havainnoinnista
- BICA** Biologically Inspired Cognitive Architectures / aivoista mallia ottanut tekoäly arkkitehtuuri eli periaatteellinen lohkokaavio
- GWS** Global Workspace / Bernard Baarsin kehittämä kongitiivinen BICA - arkkitehtuuri tekoälylle, joka perustuu käsitykseen aivotuominnan hajaantumisesta eli toiminnasta ilman erityistä komentokeskusta.
- Antropomorfismi** Ihmisenkaltaistaminen eli inhimillisten ominaisuuksien liittäminen elottomiin objekteihin tai digitaalisiin hahmoihin
- UV map** 3D-mallin pinnan muuntaminen 2D-kartaksi, jonka avulla hahmolle voidaan kuvan perusteella määritellä tekstuuri
- AR-muoti** lisätyn todellisuuden integroimista muotimaailmaan. Se voi sisältää virtuaalisia sovituskompossioita, virtuaalisia muotinäyttelyitä ja muita interaktiivisia elementtejä, jotka parantavat kuluttajien kokemusta muodista käyttämällä lisättyä todellisuutta. Tämä voi tapahtua esimerkiksi älypuhelimien tai AR-lasien avulla.
- Phygital** yhdistelmä sanoista "physical" (fyysinen) ja "digital" (digitaalinen). Se viittaa strategiaan tai kokemukseen, jossa yhdistetään fyysinen ja digitaalinen maailma saumattomasti. Termi on usein käytössä kaupan, vähittäiskaupan ja markkinoinnin yhteydessä.

1 JOHDANTO

Tietoisien keinoälyn luomisen onnistuminen on lähempänä kuin koskaan aiemmin ihmiskunnan historiassa. Teknologisen singulariteetin toteutuminen ei ole enää vain protopistinen tulevaisuudenkuva, vaan siitä on jo alkeellisia, järjestelmien muodossa toimivia muotoja, jotka hallitsevat lähestulkoon jokaisella elämänalueellamme. Metaverse tavoittaa jo melkein jokaisen arkielämämme käyttötavaran ja uusi posthumaaninen aikakausi on mahdollistanut perinteisten ihmisyyismäärittelmien päivittämisen. Sukupuolisuus on moninaistunut ja ihmiskehon muunneltavuus sekä virtuaalitodellisuuksissa toimiminen on kuin luonnollinen jatkumo evoluutiolle, jonka ansiosta tietoisuus, minuus ja havainnointi ovat saavuttaneet uudenlaisia tasoja. Transhumanismin tarjoama optimistinen ajattelu ihmisen jatkamisesta teknologian keinoin voisi parhaimmassa tapauksessa pelastaa meidät valintojemme seurauksilta. Avaruudessa ja vierailta planeetoilla selviäminen ovat avainasemassa tulevaisuutemme määrittämisessä, sillä keinotekoisuuden käyttäminen on mahdollisesti ainoa tapa ratkaista ihmiskehon rajallisuuden ongelmat. Kuoleman uhmaaminen tarkoittaa kuitenkin myös koko elämän määrittämistä uudelleen.

Vaikka tekoälyn teoreettinen kehitys alkoi jo 1600-luvulla Descartesin ideoimasta ajatusten matemaattisesta mallinnettavuudesta (Wikipedia), ei vuoteen 2024 mennessä ole pystytty kehittämään tekoälyä, jolla olisi ihmisen kaltainen tietoisuus tai tekniikkaa, jolla koko ihmismielen voisi muuttua koneelliseen muotoon. Syynä tähän on se, että ihmisen tietoisuuden tutkiminen on vielä kesken ja tiedostavaan robotiikkaan liittyvät eettisfilosofiset kysymykset kaipaavat vakavaa tarkastelua. Esimerkiksi kysymys robotin orjuuttamisesta jakaa mielipiteet kahtia ja ääripääkokemuksia on vaikea välttää. On vaikea kuvitella, että ihmiskunnan sisäiset ongelmat eivät toistuisi keinoälyssä ja sen käyttämisessä, mutta ilmassa on myös vastareaktioita. Ehkä juuri toisenlainen älykkyys on avain ihmisyyden epäyhtenäisyyden korjaamiseen. Digitaalisten hahmojen kokemiseen ja dialogisen tekoälyn käyttöön liittyy antropomorfisia piirteitä ja näin ollen herättävät ihmisissä myös empatiaa.

Kirjassaan *How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed* (2013), Googlen tekninen johtaja, optisen hahmontunnistuksen, puheentunnistusteknologian ja tekoälyn pioneeri Ray Kurzweil valottaa John von Neumannin teorioita. Kuolemansa jälkeen vuonna 1957 Von Neumannin kollega Stan Ulam lainasi häntä vuodelta 1950, jolloin hän oli ilmaissut huolensa teknologisen kehityksen nopeudesta ja sen syvällisistä vaikutuksista ihmiskunnan tulevaisuuteen. Von Neumannin mukaan teknologian jatkuva kiihtyminen ja ihmisten elämäntapojen muutokset viittasivat siihen, että ihmiskunnan historia saattaa lähestyä merkittävää singulariteettiä, jonka jälkeen asiat eivät voisi jatkua samalla tavalla kuin ennen. Tämä on ensimmäinen dokumentoitu kerta, kun sana singulariteetti mainitaan ihmiskunnan teknologisen kehityksen kontekstissa. (Kurzweil 2013).

Digitaalisen muodin nousu on tuonut esiin uuden ulottuvuuden kehollisuuden kokemuksessa. Teknologian kehittyessä vaatteet ja asusteet eivät ole enää pelkästään fyysisiä esineitä, vaan ne ovat myös osa digitaalista identiteettiä ja vuorovaikutusta. Esimerkiksi lisätyn todellisuuden sovellukset mahdollistavat virtuaalisten vaatteiden kokeilemisen ilman, että ne fyysisesti koskettavat kehoa. Digitaalisen muodin ja kehollisuuden kokemuksen välillä on syvä yhteys, sillä vaatteet ja asusteet ovat olennainen osa ihmisen itseilmaisua. Tekoälyn ruumiillistamisen, kuten Nvidian humanoidirobottien ja AI-sirujen käyttöönoton rinnalla (Nvidia 2024), digitaalinen muoti kehittää osaltaan virtuaalisen läsnäolon ja tietoisuuden sekä fyysisen maailman yhteytymistä.

Ihmiskunnan historian kuluessa jokainen keksitty työkalu on ollut aivojemme jatke, laajentaen kykyjämme ja mahdollistaen uusia saavutuksia. Aina ensimmäisistä kivistä nykyaikaisiin tekoälyjärjestelmiin ja ihmistietoisuuden simulaatioihin asti, jokainen askel on ollut keino parantaa ja laajentaa inhimillistä potentiaalia. Vaikka ihmisaivojen toimintaa ei ole vielä täysin ymmärretty ja tietokoneet eroavat olennaisesti aivoista, herää kysymys: miksei simuloitu älykkyys voisi olla yhtä relevanttia kuin biologiseen substraattiin sidottu älykkyys? Vaikka eroja on, teknologian kehittyessä simuloitu älykkyys voi tarjota merkittäviä etuja ja mahdollisuuksia ihmiskunnalle. Tärkeää onkin ymmärtää, että älykkyys ei ole sidoksissa vain biologiaan, vaan se voi ilmetä monilla eri tavoilla, jokainen omilla vahvuuksillaan ja mahdollisuuksillaan.

Kurzweil käsittelee syvällisesti ihmisaivojen ja tietokoneen suhdetta. Kurzweilin aivojen kuviotunnistusteorian pohjalta on kehitetty ihmiskunnan tällä hetkellä käytetyimpiä tekoälymalleja; syväoppiminen eli deep learning, perustuu nimenomaan aivokäyttöliittymän toisintamiseen, joka Kurzweilin (2023) mukaan perustuu pohjimmiltaan symbolien ja kuvioiden tunnistamiseen, käsittelyyn ja tulkitaan. Aivojen käyttämää redundanssia, jolla saavutetaan vankkoja invariantteja tuloksia, voidaan varmasti jäljitellä ohjelmistoemulaatioissa. Tällaisten itseorganisoituvien hierarkkisten oppimisjärjestelmien optimoinnin matematiikka ymmärretään hyvin. Aivojen organisaatio on kaukana optimaalisesta. Sen ei tietenkään tarvinnut olla - sen tarvitsi vain olla riittävän hyvä saavuttaakseen sen kynnyksen, että se pystyy luomaan työkaluja, jotka kompensoivat sen omia rajoituksia. (Kurzweill 2013).

2 DIGITAALINEN IDENTITEETTI JA IHMISYYDEN TULEVAISUUS

2.1 Posthumanismi ja transhumanismi

Posthumanismi on nimensä mukaisesti humanistisen ajattelun vaikutuksista syntyneen kehityksen jälkireaktio. Se on humanismin rationaalisen renessanssin aikakautta, joka heijastelee uudenlaisia tieteellisiä käsityksiä ihmisyydestä ja olemassaolosta. Egosentrinen ajattelu on hylätty sen kauseliteettien vuoksi: ihminen on melkein tuhonnut ainoan tuntemansa elollisen systeemin ja ympäristön. Myös ihmisjärjen ja ihmisyyden kaikkivoipaisuus on posthumanismissa kyseenalaistettu voimakkaasti. (Wikipedia.)

Posthumanismi on globaali aatesuuntaus ja modernin sivistyneen ihmisen elämäntyyli. Nuoret sukupolvet kiinnittävät enemmän huomiota kehityksensä seurauksiin sekä toimivat aatteidensa mukaisesti. Esimerkiksi neljä päivää sitten Puolan ilmastokokouksessa puheen pitänyt 15-vuotias Greta Thunberg kyseenalaistaa koulutuksen tärkeyden, jollei ilmastomuutokseen liittyvissä päätöksissä pystytä hyödyntämään rationaalista ajattelua. Uutisartikkelissa Lehtinen (2018) kirjoittaa Thunbergin kieltäytyneen kouluun menemisestä ja valitsee mieluummin ilmastolakossa olemisen. Posthumanismi ei kuitenkaan korosta pelkästään elinympäristön kunnioittamista ja etusijalle laittamista, vaan myös itsensä kehittämistä. Posthumanismin tavoite on olla paras versio itsestään.

Transhumanismi on posthumanismin yleisimpiä ilmenemismuotoja. Transhumanismin mukaan ihminen voi ylittää biologiset, sosiaaliset ja mielelliset rajoituksensa järkevästi käytetyn tieteellisen ja teknisen kehityksen avulla. Ihmisen koneellinen jatkaminen on jo todellisuutta ja siihen liittyvien kysymysten tarkastelu välttämätöntä. Transhumanismin perustavanlaatuisin kiistelyn aihe on kuolematomuus. Atteen mukaan vanheneminen tulisi olla vapaaehtoista ja kuoleman ihmisen omassa hallinnassa, mutta mitä siitä voisi seurata? Emmekö nimenomaan juuri edistäisi esimerkiksi ilmastomuutosta, kun ylikansoitus on jo yksi suurimmista ongelmistamme? Samaa keskustelua on käyty laajalti myös ulkoavaruudellisen tutkimuksen saralla. Esimerkiksi Mars-projektin osalta isoimpia kysymyksiä on ollu rahoitus, resurssien käyttö ja kontaminaatio; eikö Marsin asuttamiseen

menevät resurssit olisi hyödyllisempää käyttää maapallon pelastamiseen? Jos Marsin kansoitus olisi mahdollista, tuhoaisimmeko sitä vain samalla tavalla kuin kotiplaneettaamme esimerkiksi viemällä sinne Marsille epäominaisia bakteerikantoja? Samaa voisinkin ajatella transhumanististen tieteiden ja keinoälyn kehityksestä. Asiassa on kuitenkin aspekti, joka haastaa edellä esitetyt kysymykset: maapallolla on oma elämänkaarensa, joka pohjautuu auringon elinkaareen, joka taas pohjautuu koko tietämykseemme alkuräjähdyksestä, avaruudesta ja entropiasta. Jossakin vaiheessa auringon laajenemisen seurauksesta maapallosta tulee Marsin kaltainen planeetta. Avaruuden ja vieraiden planeettojen tutkiminen voisi tässä valossa olla yksi tärkeimmistä tehtävistämme ihmiskuntana. Konetietoisuus ja aivojen emulaatio olisi looginen ratkaisu ihmisen selviämiseen avaruudessa. Toisaalta kaikki niin ilmastokysymyksiin kuin avaruustutkimuksiin liittyvät ongelmat voitaisiin ratkaista sotiin käytettyjen resurssien suuntaamisella tieteelliseen kehitykseen. Kaikkia teknologioita voi käyttää sekä hyvään, että pahaan, mikä juontaa juurensa ihmisyyden olemukseen, ei kehitettyjen teknologioiden. Tekoäly ei ole hyvä tai paha, se on kuva itsestämme. Transhumanismi korostaa teknologian käyttämistä vastuullisesti.

Viime vuosikymmenien aikana myös sukupuolikäsityksen muuttuminen on vaikuttanut oleellisesti klassiseen näkemykseen ihmisyydestä. Sukupuolen moninaisuus on saavuttanut yleisen hyväksynnän tason ja sen juhliminen on näkynyt vahvasti sosiaalisessa mediassa. Myös sukupuolettomuuden hyväksyminen on positiivinen transhumanismin esiintymismuoto, joka on johtanut myös positiivisempaan suhtautumiseen ihmisen ja koneen yhdistämistä kohtaan. Aihe ei silti ole ongelmaton ja Stephen Hawkingin varoittelut tekoälyn singulariteetin uhkakuviasta vaikuttaa olevan transhumanistisia utopioita lähempänä. (Cellan-Jones 2014.) Realistisin tulevaisuuden maailmakuva voisi olla yhdistelmä molempia, Protopia, sillä teknologista pahaa vastaan voidaan taistella vain teknologian keinoin. Esimerkiksi sodat voisi ratkaista videopelissä. Keinoälyä ja transhumanismiakin tärkeämpää on kysymys siitä, voiko modernin renessanssiajan ja tieteellisen kehityksen myötä ihminen muuttua myös luonteeltaan ja saavuttaa ihmiskunnan sisäisen yhtenäisyyden?

Posthumanismi ilmenee voimakkaasti digitaalisessa muodissa, joka toimii usein tärkeänä foorumina posthumanistisen ajattelun diskurssille. Digitaalisen muodin

kautta näemme kehon uudelleen määrittelyn ja laajentamisen lisäksi myös valmistusprosessien muuttumisen kohti kestävämpiä ja ekologisempia käytäntöjä. Tämä heijastaa posthumanistisen ajattelun periaatteita, joissa pyritään kohti vallan hajauttamista ja rajan hämärtymistä orgaanisen ja keinotekoisien, fyysisen ja virtuaalisen sekä inhimillisen ja ei-inhimillisen välillä. Särmäkarin (2022) väitöskirjassa korostetaan posthumanismin resonointia digitaalisen muodin diskurssin kanssa. Digitaalisen muodin kulttuurisena ilmiönä se heijastaa samoja piirteitä kuin posthumanistinen muoti, kuten vallan hajauttamista ja omistajuuden rajojen hämärtymistä. Tämä näkyy erityisesti siinä, miten digitaalinen muoti tarjoaa tilaa erilaisten identiteettien ja kehollisuuksien ilmaisulle, mikä edistää moninaisuutta ja inklusiivisuutta. (Särmäkari 2022.)

Lisäksi on tärkeää huomata, että ihmistietoisuus on adaptoituvaa. Se voi sulautua ja sopeutua helposti digitaaliseen kehoon, mikä mahdollistaa uusia tapoja olla ja kokea maailmaa. Tämä näkökulma haastaa perinteiset käsitykset siitä, mikä on ihmisyyden ydin, ja avaa oven uusiin mahdollisuuksiin ymmärtää itseämme ja suhdettamme teknologiaan posthumanistisesta näkökulmasta. O'Connell (2017) kuvaa transhumanismia ilmiönä, joka juontaa syvältä inhimillisestä tarpeesta ylittää kehon rajat: halusta voittaa hämmennys, kyvyttömyys ja fyysinen sairaus, jotka varjostavat omaa rappeutumista. Tämä kaipuu on perinteisesti kuulunut uskonnon piiriin, mutta nykyään se löytää yhä enemmän hedelmällistä maaperää teknologian kehityksestä. (O'Connell. 2017, 62.)

2.1.1 Biologiaan pohjautuva keinoäly ja robotismi

Konetietoisuuden ongelman käsittely on eittämättä sidottu ihmisen tietoisuuden mysteerien selvittämiseen. Aiheen kiinnostavuuden ydin löytyykin perimmäisistä kysymyksistä, joita ihminen tietoisuutensa ansiosta on aina pohtinut: kuka minä olen, mistä minä tulen ja missä minä olen? Haikosen (2018) mukaan tekoälyn kehityksen esteenä on ollut ihmisaivojen ja erityisesti tietoisuuden väärinymmärtäminen. Dualismin vallitseva käsitys kaksijakoisesta ihmisyydestä aineellisena ja aineettomana materiaana on epäonnistunut selittämään tietoisuutta ja sen toimintatapoja, luoden ennemminkin enemmän kysymyksiä. Myös tietokoneen ja

ihmisaivojen käsittäminen samanlaisena, on johtanut tieteilijöitä harhaan jo vuosisatojen ajan. (Haikonen 2018.)

Aivot toiminnan perusperiaatteiden ymmärtäminen on luonnollisesti kehittynyt teknologian mukana ja uudenlaiset teoriat konetietoisuuden saavuttamisesta ovat lähempänä ratkaisua kuin koskaan ennen. Pitkä tutkimusprosessi on vaiheessa, jossa on tarpeellista kumota kaikki aikaisempi käsitys ihmismielen toimintatavoista. Haikosen (2018) kehittämä biologisesti inspiroitu kognitiivinen neuroverkkoarkkitehtuuri perustuu tietoisuuden käsittämiseen erityisenä toimintatapana, liikkeenä, joka ei ole aineellinen substanssi, mutta ei myöskään aineeton. Teoriassa on lopulta kyse tietoisuuden perusmekanismien ymmärtämisestä uudella tavalla. Assosiativinen neuroverkko ja neuromorfinen tietojenkäsittely perustuvat pohjimmiltaan yhteen tärkeään perusominaisuuteen ihmisessä: tunteiden kokemiseen. (Haikonen 2018.)

MIT:n neurotieteilijä Sebastian Seung esittää, että identiteetti ei piile geenisämme, vaan aivojemme solujen välisissä yhteyksissä (Kurzweil. 2013, 8.) Tämä kiehtova näkemys korostaa aivojen monimutkaista ja joustavaa luonnetta, joka vaikuttaa suuresti siihen, miten koemme itsemme ja ympäröivän maailman. Seungin lausunto tukee Haikosen kehittämän neuroverkkoarkkitehtuurin perusajatusta siitä, että identiteetti ei ole staattinen tai pelkästään geneettinen, vaan se muotoutuu jatkuvasti aivoissamme tapahtuvien hermosolujen välisen vuorovaikutuksen kautta. Tämä näkökulma haastaa perinteisen käsityksen identiteetistä ja korostaa aivojen muovautuvuutta ja sopeutumiskykyä elämän eri vaiheissa. Kurzweilin tutkimus edustaa syvempää ymmärrystä ihmisen mielen monimutkaisuudesta ja tarjoaa mielenkiintoisia näkökulmia siihen, miten yksilöllisyys syntyy ja kehittyy.

Kurzweilin (2013) väitteessä *omemasose ei ole omena* käsitellään mielenkiintoista ajatusta siitä, miten tekniset laitteet ja niiden toiminnot voidaan erottaa toisistaan käsitteellisellä tasolla. Teknisesti ottaen omemasose ei ole sama asia kuin omena, mutta se voidaan valmistaa omenasta. Tämä analogia voidaan laajentaa koskemaan muitakin teknisiä laitteita ja niiden toimintoja. Esimerkiksi ajatus, että tietokoneet eivät ole tekstinkäsittelyohjelmia on totta siinä mielessä, että tietokoneen käsite ei rajoitu pelkästään tekstinkäsittelyyn. Kuitenkin tietokone voi toimia

tekstinkäsittelylaitteena, jos sille asennetaan sopiva ohjelmisto. Samalla tavalla tietokoneesta voi tulla aivot, jos se käyttää aivo-ohjelmaa, kuten esimerkiksi tekoälyalgoritmeja. (Kurzweil. 2013, 181.) Tämä ajatus herättää kysymyksen siitä, miten paljon rajoitamme omia mahdollisuuksiamme vielä tuntemattoman biologisen substraatin, eli yhdenlaisen käyttöjärjestelmän perusteella?

Kognitiivinen neuroniverkko arkkitehtuuri tavoittelee aivojen havaintoprosessien ja introspektion toisintamista. Muistirakenteiden, sisäisen puheen ja tunteiden kokemiseen vaadittujen prosessien teknologiseen mallintamiseen käytetään keino-tekoisesti luotuja vastineita aivoista tutuille synapseille, neuroneille ja astrosyyteille. Aikaisemmin keinoälyjen arkkitehtuuri on perustunut teorioille, jossa aivojen vastinetta on etsitty jo olemassa olevien ratkaisujen, kuten mikroprosessorien kautta. (Haikonen 2018.) Artikkelissaan Leino (2015) kirjoittaa tekoälytekniikan ottavan mallia aivoista ja valottaa erilaisia tapoja pyrkiä kognitiiviseen konetietoisuuteen. Tietokoneessa muisti ja prosessointi ovat erillään tapahtuvia toimintoja, kun taas aivoissa kaikki tapahtuu yhdessä. Prosessointi on rinnakkaista ja perustuu lukemattomiin synapsiyhteyksiin. Aivot ovat neuroniverkko, jonka toiminta on kolmiulotteista ja hajautettua. Tietokoneet taas käsittelevät tietoa kaksiulotteisesti ilman merkityksiä. Yksi suurimpia läpimurtoja konetietoisuuden kehityksessä on ferromagneettiseen elektronijohteeseen pohjautuva spintroniikka eli magneto-elektroniikka, joka kuljettaa tietoa magnetiikan avulla. Tekniikka mahdollistaa tuhattokertaisen kovalevymuistin kapasiteetin. Myös keinoälyn parvioppiminen, jossa koneet opettavat oppimaansa toisilleen on mullistanut keinoälytutkimuksen (Leino 2015.) Koneoppiminen ei ole turhaan yksi viimevuosien puhutuimmista aiheista tekniikan alalla ja sitä myös sovelletaan jo kaikilla ammattialueilla. Satojen vuosien kehitys on päätynyt radioputkista ja transistoreista mikropiirien kautta pisteeseen, jossa on palattu ottamaan mallia luonnosta. Kehittyneen biologisen aivotutkimuksen ja koneellisen tekniikan fuusioituminen alkaa olla hyvin lähellä.

Neokorteksin hahmontunnistusmoduulit ovat keskeisessä roolissa kuvioita tunnistettaessa, ja nämä moduulit toimivat hierarkkisesti järjestäytyneinä. Kurzweil (2013) kuvailee, että nämä moduulit laskevat todennäköisyyden sille, että tunnistettava kuvio on läsnä aktiivisissa syötteissä. Tämä laskenta perustuu aiempaan kokemukseen ja ottaa huomioon syötteiden koon, kunkin syötteen odotetun koon ja koon vaihtelun sekä syötteen tärkeyden kuvaavat parametrit. 1980- ja 1990-

luvuilla kehitettiin hierarkisesti piilotetut Markov-mallit (HMM), joilla opittiin ja hyödynnettiin näitä parametreja hierarkkisten mallien tunnistamisessa, kuten ihmisen puheen tunnistamisessa ja luonnollisen kielen ymmärtämisessä. (Kurzweil 2013.) Näiden mallien avulla pystyttiin oppimaan ja hyödyntämään monimutkaisten kuvioiden tunnistamisessa tarvittavia parametreja. Vaikka neokorteksin kuvionkäsittelijän syötteenä käytetään yksiulotteisia luetteloita, Kurzweil (2013) huomauttaa, että työ keinotekoisien hahmontunnistusjärjestelmien kehittämisessä osoittaa, että voimme käsitellä kaksi- ja kolmiulotteisia ilmiöitä myös tällaisilla yksiulotteisilla listoilla. Muistimme ovat järjestettyjä kuvioita ja neokorteksi kykenee oppimaan ja tunnistamaan näitä kuvioita, kun niitä esitetään sopivalla ärsykkeellä. On tärkeää huomata, että neokorteksi ei synny valmiiksi täynnä kuvioita, vaan se on neitseellistä aluetta, joka kykenee oppimaan ja luomaan yhteyksiä kokemuksen kautta. (Kurzweil 2013.) Neokorteksi voi siis oppimisen avulla muokata ja vahvistaa kykyään tunnistaa erilaisia kuvioita ja muodostaa niistä merkityksellisiä yhteyksiä. Samalla tavalla voisimme ajatella tekoälystä; vastasyntynyt tietoisuus, jolle tulisi tarjota mahdollisimman hyvä ja monimuotoinen oppimisympäristö.

Digitaalisten 3D-muotisuunnitteluohjelmistojen käyttö muuttaa vaatteiden käyttökokemusta, kun materiaalin ja sen käyttäytymisen numeerinen esitys kehossa hämärtyy. Tämä ilmiö luo kyborgisuhteita ja kyberfyysisiä järjestelmiä, jotka voidaan nimetä myös phygitaliksi - yhdistelmäksi fyysisen ja digitaalisen, todellisen ja simuloidun välillä hyperkytketyssä maailmassa. Tämä uusi lähestymistapa muokkaa tapaa, jolla vaatteet ja keho vuorovaikuttavat digitaalisessa tilassa, ja haastaa perinteiset käsitykset vaatteiden käyttämisestä ja kehon kokemisesta. Tietoisuus digitaalisen ja fyysisen välillä sekä kyvyssä muokata ja ymmärtää näitä rajapintoja on tärkeä osa siltaa tekoälyyn nykyhetkessä. Kun tarkastelemme kehittyviä teknologioita, kuten AGI:a, tietoista tekoälyä, Nvidia humanoidirobotteja ja Elon Muskin Neuralink-hanketta, huomaamme, että ne kaikki pyrkivät yhdistämään ihmisen ja koneen vuorovaikutusta. Digitaalisen muodin kehitys ja kyky luoda phygital-maailma, jossa digitaaliset ja fyysiset elementit sulautuvat yhteen, tukee tätä siltaa. Tekoälyn lähdekoodin avaaminen ja sen integroiminen digitaaliseen muotiin edustaa askelta kohti syvempää ymmärrystä siitä, miten ihmisen ja tekoälyn välinen vuorovaikutus voi muokata kulttuuria, teknologiaa ja kehon kokemusta.

Haikonen (2018) valottaa BICA:n (Biologically Inspired Cognitive Architectures) eli biologisesti inspiroitu kognitiivisen arkkitehtuurin modernia keinoälyn toteuttamisen muotoa, jonka alla on syntynyt uudenlaisia innovaatioita. Tekniikka jäljittelee aivojen biologista toimintaa mahdollisimman pitkälle. BICAn kehittämisestä alkunsa saanut GWS eli Global workspace on Bernard Baarsin kehittämä, ensimmäinen yksinkertainen kognitiivinen arkkitehtuuri tekoälylle. Se on kehitetty huomioimaan suuren joukon tietoisia ja tiedostamattomia prosesseja kvalitatiivisesti. (Haikonen 2018.) Kvaliat eli elämykselliset merkitykset korostuvat muistiprosessissa. Tekniikan on kiisteltävä perustuvan teorialle, jota kutsutaan Kartesiolaiseksi teatteriksi. Dualismiin perustuvassa metaforassa tietoisuuden ajatellaan olevan kuin teatterin näyttämö, jossa havainnointiin perustuva näytelmä esitetään. Katsomo on pimeässä näytelmää seuraava alitajunta, joka käsittelee ja tulkitsee näytelmät eli havainnot. Aivot kokoavat niistä erikseen toimivalle mielelle ulkomaailmasta saadut aistinhavainnot koettaviksi, jonka jälkeen se tekee päätelmät nähdyn perusteella. Teoriaa kuvataan yleensä pään sisällä olevana tilana, jossa katsoja seuraa aistinhavaintoihin perustuvia projisointeja tai näytelmiä. (Haikonen 2018.)

Daniel Dennettin vuonna 1992 hahmottelema monivedosmalli ihmisen tietoisuuden luonteesta kumosi Kartesiolaisen teatterin teorian täysin. Monivedosmallissa koettujen tapahtumien aistihavainnot käsitellään erillisissä yksiköissä ympäri aivoja, ilman kokemusten yhtenäistämistä. Vaikka ihmisen subjektiivinen kokemus ja evoluutio viittaisivat havaintojen kokemisen yhtenäisenä, nykyinen tieto aivojen toimintatavoista tukee monivedosmallin teoriaa tietojenkäsittelyn hajaantumisesta. (Wikipedia.)

LIDA (Learning Intelligent Distribution Agent) on Stan Franklinin kehittämä koneoppimiseen perustuva keinoälyarkkitehtuuri, joka pohjautuu kognitiiviseen neurotieteeseen. Se toimii useilla eri moduuleilla ja käyttää laskennallisia mekanismeja, kuten skeemamekanismeja, työmuistia ja symbolisysteemejä. Sen toiminta on jaettu ymmärtämisen, huomioinnin, toiminnan valinnan ja oppimisen vaiheisiin. PRS (Procedural reasoning system) on tekoäly arkkitehtuuri, jossa tietojen käsittely perustuu reaaliaikaisiin päättelyjärjestelmiin.

Kun tarkastellaan BICA:ta (Biologically Inspired Cognitive Architectures) ja sen kehityksen taustalla olevia periaatteita, nousee esiin keskeinen kysymys tarvittavan laitteiston toimittamisesta ihmisaivojen mallintamiseksi onnistuneesti. Kurzweil (2013) korostaa, että tähän tarvitaan riittävästi muistia ja laskentatehoa. Hänen mukaansa ei ole tarpeen suoraan kopioida aivojen arkkitehtuuria, mikä olisi hyvin tehotonta ja jäykistävää. Sen sijaan Kurzweil ehdottaa, että aivojen massiivinen rinnakkaisuus voidaan simuloida hyödyntämällä tietokoneiden merkittävää nopeusetua sarjallisen laskennan osalta. Lisäksi tietokoneissa voidaan hyödyntää rinnakkaista prosessointia käyttämällä paralleleleja von Neumann -koneita, mikä vastaa nykypäivän huippulaskentatehojen toimintaa. Näiden Kurzweilin esittämien näkökohtien valossa BICA:n kehittämiseen tarvittavat tekniset edellytykset alkavat hahmottua. Mahdollisuus simuloida aivojen massiivista rinnakkaisuutta ja hyödyntää nykyaikaisen tietotekniikan tarjoamia nopeusetuja antaa toivoa siitä, että ihmisen älykkyyden mallintaminen koneisiin voi olla toteutettavissa. Vaikka suora aivojen arkkitehtuurin kopioiminen ei ole välttämätöntä, tietokoneiden laskentatehon ja muistin jatkuva kasvu antaa mahdollisuuden luoda yhä monimutkaisempia ja tehokkaampia kognitiivisia arkkitehtuureja.

2.2 Digitaalinen ihminen

Digitaalisen ihmisen syntyperä juontaa juurensa pelitekniikan 90-luvulla kokemaan digitaaliseen vallankumoukseen. 3D-grafiikan mahdollistumisen myötä pelejä pystyttiin kehittämään yhä realistisemmiksi. Liikkeenkaappaus ja kasvojentunnistus -tekniikat taas mahdollistivat liikkeiden reaaliaikaisen simuloinnin. On mielenkiintoista huomata keinoälytutkimuksen ja virtuaalisen ihmisen kehitysten rinnakkaisuus; siinä missä kognitiivinen neuroniverkko korostaa tunteiden kokemisen merkitystä havainnoinnissa, digitaalisen ihmisen tunteiden ilmaisu on ollut viime vuosien polttava kehityskohde 3D-maailmassa. Realistisen virtuaali-ihmisen luomisessa on ollut pitkään ongelmana hahmojen itseilmaisun ja tunne-elämän välittyminen. Tuhansien pikkuruisten, mutta niin oleellisten kasvolihasen animoiminen on ollut avain kysymyksenä realistisen tunneilmaisun luomisessa. Tarkemman liikkeenkaappaus- ja kasvojentunnistus-tekniikan kehittyminen on mahdollistanut kasvojen liikkeiden yksityiskohtaisen toisintamisen ja näin herät-

tänyt digitaalisen ihmisen eloon. Myös elekielen liikkeenkaappaus on yksityiskoh-
taisempaa ja tarkempien kameroiden ansiosta elävien kohteiden skannaaminen
on mahdollista. Monet kansainväliset modernit artistit teettävät itsestään 3D-ver-
sion, samalla kun digitaaliset kaksoset ovat loistava suunnittelutyökalu tv- ja elo-
kuvatuotannossa. Myös AR-avattarien käyttäminen kuuluu sosiaalisen median
kulttuuriin erilaisten kasvomanipulaatio-filttereiden kautta.

Digitaalista ihmistä ei kuitenkaan käytetä pelkästään viihteellisiin tarkoituksiin,
vaan tekniikkaa on nähtävissä myös informaatio-, turvallisuus ja infrastruktuuri-
teknologiassa. Vaaratilanteen sattuessa digitaalinen ihminen voi toimia inhimillis-
tävänä elementtinä pelastusohjeiden antamisessa ja näin ollen parantaa sen
omaksumista. Antropomorfinen vaikutus aktivoi aivojen assosiaatiomekanismeja
ja synnyttää tutun tuntemuksen; ihminen tunnistaa inhimillisyyden, joka hätätilan-
teissa voisi toimia rauhoittavana tekijänä. Samoin kuin robotiikan avulla, voi digi-
taalin ihminen suorittaa monia automatisoituja toimia.

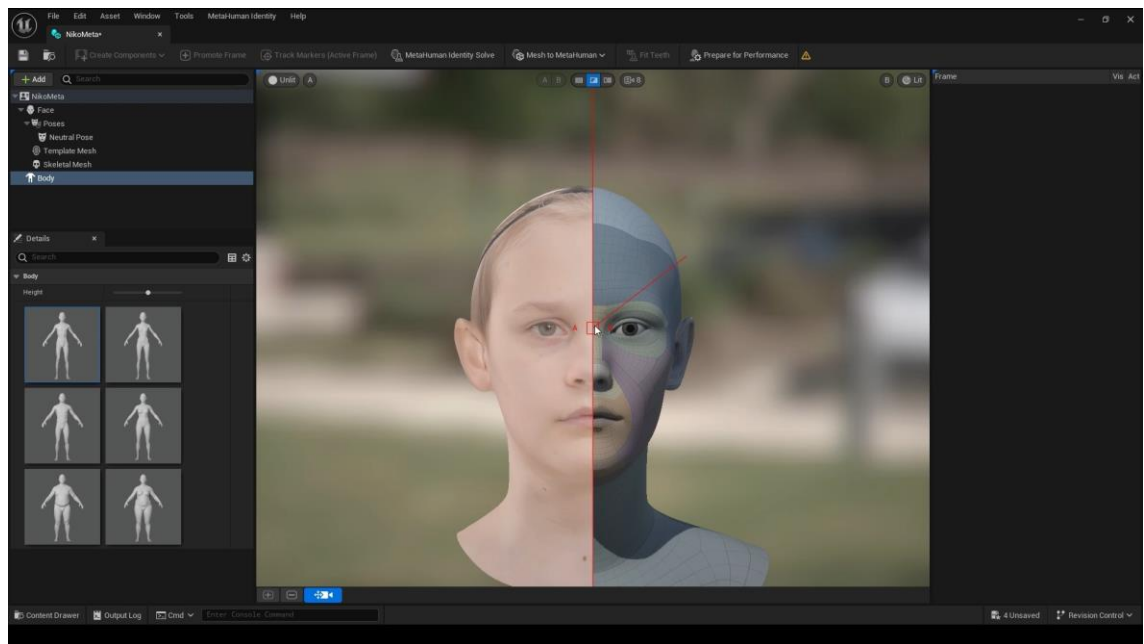
Digitaaliset ihmiset ovat valtaamassa sosiaalista mediaa ja niihin myös suhtau-
dutaan kuin tavallisiin ihmisiin. Tavallaan se on kuin illuusio, jossa kaikki leikkivät
mukana. Hämmentävän realistisen toteutuksen myötä se on helppoa, vaikka tie-
toisuutta digitaalisilla ihmisillä ei vielä ole. Ne ovat joko ohjelmoituja, nauhoitettuja
tai simuloituja, mutta tietoisuuden liittäminen niihin ei ole kuitenkaan kaukana.
3D-grafiikkaan erikoistuneet yritykset saattavat jo tarjota digitalisointipalveluja ja
digiklooniiin voi myöhemmin ladata oman tietoisuutensa. Näin esimerkiksi lähei-
sensä menettänyt voi saada lohtua digitaalisesta toisinnosta, jonka tuttu ääni, tu-
tut eleet ja kasvot ovat tallennettu virtuaalisiksi versioiksi. Hahmoon on myös syö-
tetty persoonallisia yksityiskohtia, joiden perusteella se vastaa ihmisen kysymyk-
siin, niin kuin se tekisin sen oikeassakin elämässä.

Digitaalisen ihmisen tekemiseen ei suoranaisesti vielä liity varsinaista tekoälyä,
sillä tietoisuutta ei voi suoraan hahmoon siirtää. Digitaalisen ihmisen vuorovai-
kuttaminen on sidottu ohjelmointiin tai oikean ihmisen eleiden ja puheen toista-
miseen, mutta ilmiönä digi-ihmisen kehitys on merkittävä ja sen inhimillistävä vai-
kutukset saattaa muuttaa ihmisen suhtautumista virtuaalisiin ja keinotekoisiihin ihm-
isiin. Aihealue liikkuukin hyvin läheisillä poluilla robotiikan ja tekoälyn kanssa ja

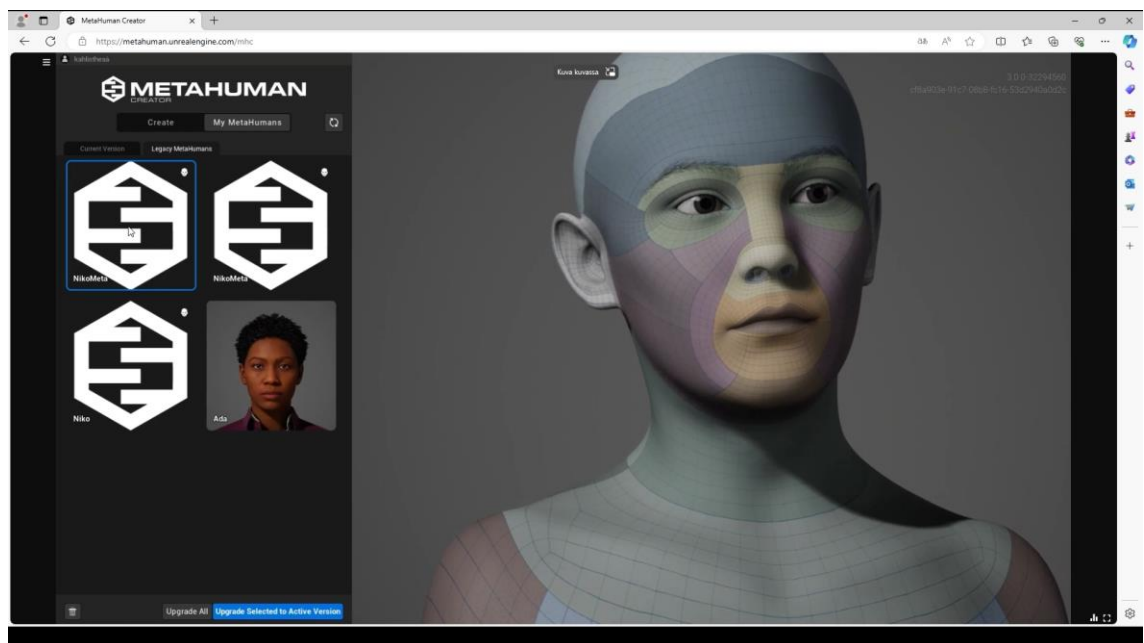
on niiden tavoin eräänlainen ihmisyyden omakuva sekä ihmiskunnan perimmäisten kysymysten käsittelyä.

Unreal Engine Metahuman -lisäosa on uusi askel kohti digitaalisen ihmisen luomista, joka sulautuu entistä saumattomammin todellisuuteemme. Metahuman tarjoaa vaikuttavan tason realismin ja yksityiskohtaisuuden, mikä tekee siitä edelläkävijän digitaalisten ihmisten luomisessa. Live Link mocap -sovellus mahdollistaa reaaliaikaisen liikkeenkaappausdatan siirtämisen suoraan Metahuman-hahmolle, mikä lisää entisestään digitaalisen ihmisen elävyyttä ja realistisuutta. Mesh to Metahuman mahdollistaa minkä tahansa ulkopuolisen kasvomallin liittämistä lisäosaan (kuva 1), esimerkiksi Blenderin FaceBuilderin kasvokannaukset voi viedä Metahumaniin. Tämä yhdistettynä Metasoul-lisäosan interaktiiviseen tekoälyyn avaa ovia entistä syvemmälle vuorovaikutukselle digitaalisten hahmojen kanssa. Metasoul on kehittynyt tekoäly, jota voidaan käyttää digitaalisten ihmisten kanssa, ja se mahdollistaa monipuolisen ja luonnollisen vuorovaikutuksen niiden kanssa.

Metasoul (kuva 2) ei ainoastaan vastaa valmiiksi määriteltuihin komentoihin, vaan se pystyy oppimaan ja sopeutumaan käyttäjänsä kanssa tapahtuvaan vuorovaikutukseen. Tämä luo mahdollisuuden syvälliseen ja henkilökohtaiseen vuorovaikutukseen digitaalisten ihmisten kanssa. Yhdessä Unreal Engine Metahuman, Live Link mocap ja Metasoul muodostavat kokonaisuuden, joka nostaa digitaalisen ihmisen aivan uudelle tasolle. Näiden teknologioiden avulla voimme kuvitella ja toteuttaa digitaalisia hahmoja, jotka eivät ole vain ulkoisesti uskottavia, vaan myös kykeneviä reagoimaan ja vuorovaikuttamaan monimutkaisella ja luonnollisella tavalla. Kun saavutamme tekoälyn singulariteetin, myös digitaalisista ihmisistä, niin kuin humanoidiroboteistakin tulee tietoisia.



KUVA 1. Unreal Engine 5 Metahuman työkalu, "Mesh to Metahuman" -toiminnolla, Blenderin Face Builder addonin kanssa luodulla mallilla.



KUVA 2. Metasoul. Metahumanin Metasoul herättää hahmon eloon ja samalla mahdollistuu myös kasvojen ja kehon liikkeenkaappaus reaaliaikaisesti hahmoon.

2.2.1 Tekoälyn vaikutus taiteeseen ja tulevaisuuteen

Taiteen ja tekniikan symbioosi on vääjäämätön osa nykypäivän luovuutta ja kulttuurista. Tekoälyn vaikutus taiteeseen ja tulevaisuuteen sekä taiteelliseen omistajuuteen avaa ovia uudelleenlaisille näkökulmille ja haasteille. Kehityksen valossa on

uudelleen tarkasteltava, miten tekoälymallien kouluttamisessa käytettävä tekijänoikeusmateriaali vaikuttaa alkuperäisyyteen ja omistusoikeuteen.

Taide toimii kollektiivisen muistin säiliönä, kapseloiden ihmiskunnan jaettuja kokemuksia ja tiedostamattomia ajatuksia. Tarkasteltaessa ideoiden alkuperää tässä kollektiivisen tietoisuuden kontekstissa, luovuuden perustana toimii monimutkainen vuorovaikutus syötteen, järjestelmän ja tuloksen välillä, hämärtäen yksilöllisyyden ja kollektiivisen luomisen välistä rajaa. Tekoäly toimii säätöjärjestelmänä, kanavana moninaisten vaikutteiden ja tietojen yhdistämisessä. XR-suunnittelijoiden rooli tässä kontekstissa on keskeinen, korostaen taiteellisen tuotannon yhteistyöluonnetta. Tässä kehyksessä mikään idea ei koskaan ole täysin valmis, vaan se on jatkuvassa kehityksessä CGI-työkalujen avulla. Taiteellisten prosessien demokratisointi ulottuu luovien tiimien ulkopuolelle, kutsuen myös käyttäjiä osallistumaan aktiivisesti lopputuloksen muokkaamiseen.

Kysymys monimutkaisuudesta nousee esiin merkittävänä tekijänä aitouden ja tietoisuuden näkökulmasta tekoälyn luomassa taiteessa. Riittääkö monimutkaisuus yksin hämärtämään aitouden rajoja? Entä tekeekö yksilöllisten mieltymysten puuttuminen teoksesta vähemmän tietoisena? Tekoälyn väärinkäytön tapaukset, jotka juontavat juurensa ihmisten agendoista, korostavat herkkää tasapainoa tekoälyn luovuuden potentiaalin hyödyntämisen ja sen väärinkäytön estämisen välillä. Kuitenkin näiden huolien keskellä piilee mahdollisuus tekoälyn positiiviseen muutokseen, kuten Grimesin kaltaiset taiteilijat, jotka kannustavat yhteistyötä tekoälyn kanssa musiikin tuotannossa. Tekijänoikeuskeskustelujen ulkopuolella on laajempi oivallus: meillä on nyt mahdollisuus muokata omaa evoluutiotamme. Tämä uusi valta edellyttää kuitenkin varovaisuutta ja vastuullisuutta. Tapa, jolla navigoimme tätä muuntuvaa maisemaa, korostaa eettisen keskustelun ja yhteisen introspektiivisuuden kiireellisyyttä. Oleellisesti taide ylittää pelkän esteettisen ilmaisun; se toimii väylänä dialogille historian, kulttuurin ja toistemme kanssa.

Tekoälyssä ja ihmisen älykkyydessä on perustavanlaatuisia samankaltaisuuksia: molemmat edustavat kehittyviä tietoisuuden muotoja. Mitä enemmän tekoäly etenee kohti AGI:ta (artificial general intelligence), sitä tärkeämpää on demokratisoida pääsy sen kehitykseen. Tekoälyn ohjelmoinnin avoin lähdekoodi ja sen in-

tegroiminen yliopistokursseille mahdollistavat laajamittaisen koulutuksen tekoälyssä vastustaen sen nykyistä keskittymistä muutamien suuryritysten hallintaan voitontavoittelussa. Tekoäly toimii ihmisen tietoisuuden ja älykkyyden jatkumona, tarjoten mahdollisuuksia aivojen tehostamiseen. Kuitenkin tekoälyn integroiminen biologisiin kehoihimme asettaa haasteita, erityisesti prosessointikapasiteetin parantamisessa neokorteksista yli. Koko aivojen emuloinnin (WBE) tavoittelu edustaa rinnakkaista ponnistelua, joka valaisee tekoälyn ja ihmisen biologisen evoluution rajapintaa. Tässä kontekstissa tekoälyn ja ihmisen biologisen kehityksen välinen konvergenssi korostaa tarvetta demokratisoida ja hajauttaa tekoälyn kehitys.

Tekoälyn luoma taideteos haastaa perinteisiä käsityksiä yksilöllisestä tekijänoikeudesta, kutsuen meitä uudelleenarvioimaan luovuuden ääriäviä digitaalisella aikakaudella. Keskustelu tekoälyn luomasta sisällöstä kuvastaa syvällisiä yhteiskunnallisia muutoksia, joita tekoälyn edistysaskeleet tuovat tullessaan. Kun tutkimme tekoälyn ohjaaman luovuuden eettistä maisemaa, meidän on vilpittömästi ymmärrettävä ihmisen toimijuuden ja koneälyn monimutkaista vuorovaikutusta. Avoimuuden, inklusiivisuuden ja eettisen vastuun edistäminen tekoälyn tutkimuksessa ja kehityksessä auttaa meitä hyödyntämään tekoälyn muutospotentiaalia samalla kun varmistamme ihmisen luovuuden ja ilmaisun eheyden. Tekoälyn edistyksen myötä ihmiskunnalla on edessään suuri mahdollisuus edistyä ja kehittyä.

3 DIGITAALISEN IHMISEN LUOMINEN

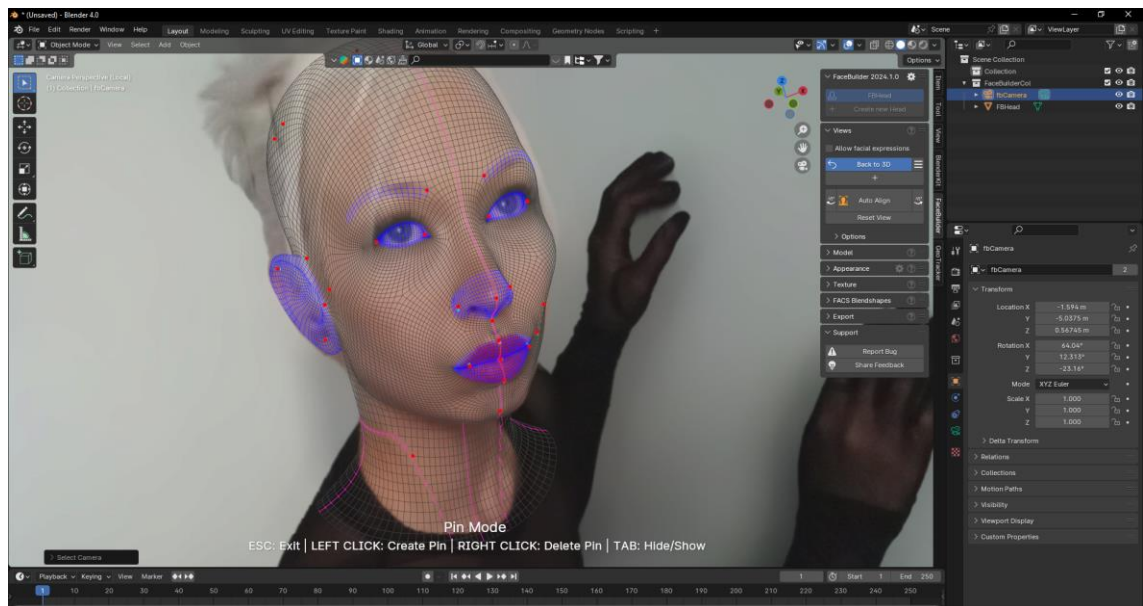
3.1 Suunnittelu ja mallinnus

Realistisen 3D-ihmisen tekeminen alkaa hahmon ulkoisten elementtien suunnittelulla ja identiteetin personifikaatiolla. Alussa määritellään hahmon tarkoitus: onko se digitaalinen versio jo olemassa olevasta ihmisestä, esimerkiksi esiintyvistä artistista, luodaanko hahmo alusta alkaen omaksi yksilökseen vai käytetäänkö mallia phygitaaliseen suunnitteluun, jossa mittasuhteiden toisintaminen on tarkkaa. Tällaiset asiat ovat tärkeä määritellä ennen tekemisen aloittamista, sillä valinnat vaikuttavat työn workflowhun. Jos digitaalinen hahmo on toisinto jo olemassa olevasta ihmisestä, hänet yleensä 3D-skannataan. Skannaus suoritetaan joko syvyyskameralla, kuten Kinectillä, tai kuvaskannauksen menetelmällä useasta kuvasta, jotka on kuvattu tietyn välimatkan välein mahdollisimman monesta kulmasta. Kuvista voidaan erilaisilla skannausohjelmistoilla luoda 3D-malli point cloud -tekniikan avulla. Sensoriskannaus voi olla problemaattinen, sillä Kinectin kaltaisilla sensoreilla resoluutio on liian alhainen korkea verteksisen 3D-mallin saavuttamiseen. Kuvaskannauksella efekti voi olla päinvastainen: verteksejä on niin paljon, että niiden määrää on jälkikäsitteilyvaiheessa vähennettävä. High poly- eli suuren määrän verteksejä sisältävä malli voi olla raskas editoitava, mutta myös yksityiskohtainen. Kuvaskannaus vaatii kuvaajan tarkkuutta ja mallin lähes täydellistä liikkeettömyyttä.

Tietynlaiset tekniikat ja teknologiat ovat muuttaneet digitaalisten kaksosten ja avatarin luomisen tapoja, tarjoten yhä realistisempia ja monipuolisempia vaihtoehtoja. Näitä työkaluja käyttämällä on mahdollista luoda uskottavia digitaalisia hahmoja eri tarkoituksiin, kuten elokuvien ja pelien tuotantoon sekä virtuaalitahtumiin. Erityisesti viime vuosina tekoälyn kehitys on tuonut merkittäviä edistysaskeleita digitaalisen ihmisen teknologioiden saralla. Esimerkiksi fotogrammetrian tekeminen on helpottunut valtavasti älylaitteiden kehittymisen myötä. Älypuhelimet ja muut älylaitteet ovat varustettuja entistä paremmilla kameroilla ja antureilla, mikä mahdollistaa tarkkojen ja laadukkaiden valokuvien ottamisen. Tämä puolestaan parantaa fotogrammetrian tulosten tarkkuutta ja laatua, mikä

on olennaisen tärkeää digitaalisen ihmisen luomisessa. Fotogrammetria on prosessi, jossa valokuvista otetut kuvat muunnetaan tarkoiksi 3D-malleiksi. Tämä tekniikka käyttää useita valokuvia eri näkökulmista ja luo niistä yksityiskohtaisen ja tarkan 3D-mallin kohteesta. Tämä mahdollistaa realististen digitaalisten kaksosten luomisen olemassa olevista esineistä tai henkilöistä.

KeenTools Facebuilder (kuva 3) ja FaceTracker Blenderiin ovat tehokkaita työkaluja, jotka mahdollistavat kasvojen mallintamisen ja animoinnin Blender-ohjelmistossa. Ne käyttävät edistynyttä kasvojen seurantatekniikkaa ja koneoppimista tunnistukseen ja jäljittämiseen kasvojen liikkeitä reaaliajassa. Tämä mahdollistaa digitaalisten hahmojen luonnin, jotka reagoivat ja liikkuvat luonnollisesti. FaceBuilderissa kasvokuvia käytetään mallin teksturoinnin lisäksi sen piireiden muotoiluun. Intuiitiivisen ja helppokäyttöisen face mesh -editorin kautta, kuvien päälle kohdennetaan 3D-kasvomallin verkko, jonka avulla eri kasvojen osat on helppo muotoilla tarkasti kuvan mukaan.

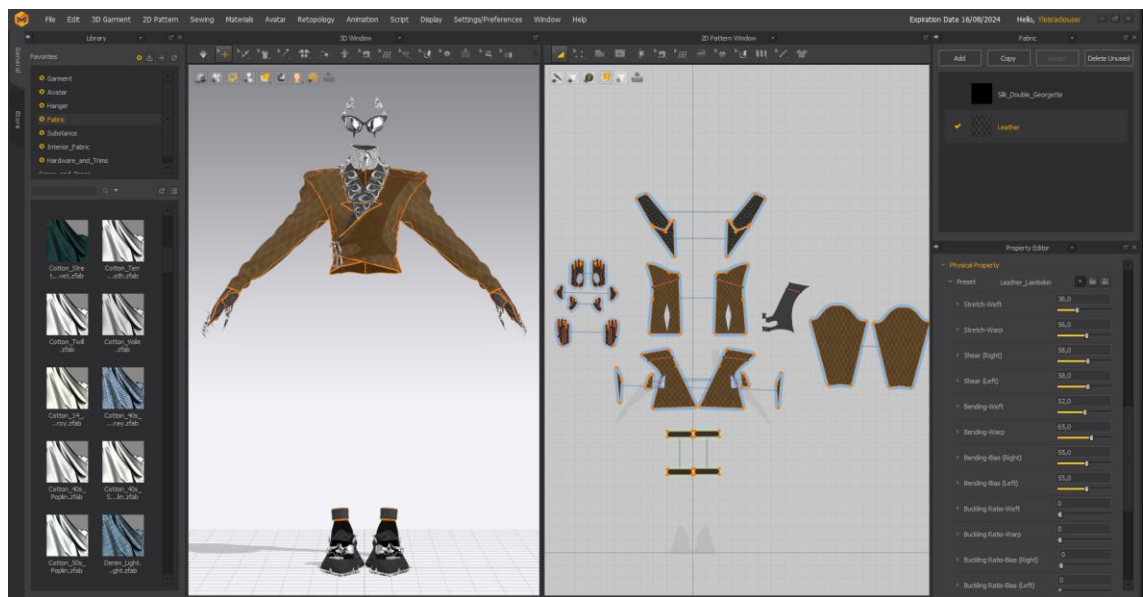


KUVA 3. KeenTools FaceBuilder addon Blenderiin. Kasvot mallinnetaan mesh -muotoilutyökalulla, joka mahdollistaa mallin muotoilun kuvan perusteella.

Volumetric scanning on teknologia, jota käytetään erityisesti kokovartalo-toisintamisessa ja joka tallentaa kohteen tai henkilön liikkeen kolmiulotteisena pistepilvenä. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi käyttämällä erilaisia antureita ja kameroita tallentamaan kohteen ympäröivä tila. Tuloksena oleva pistepilvi voidaan sitten

muuntaa digitaaliseksi 3D-malliksi, jota voidaan käyttää digitaalisten kaksosten tai avatarin luomisessa.

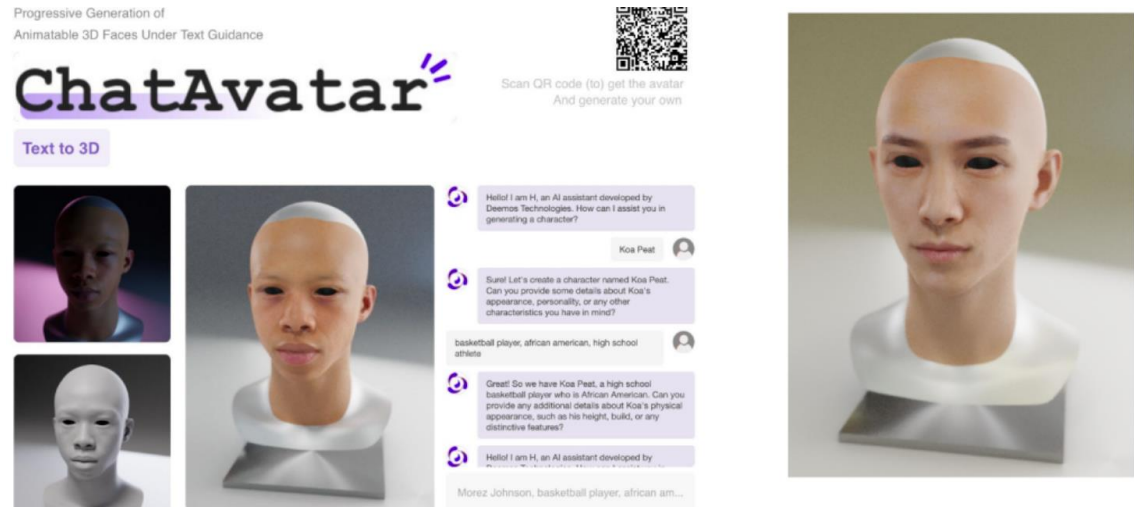
Marvelous Designerin (kuva 4) ja CLO3D vaatesuunnitteluohjelmistojen kehittyneet työkalut ovat myös merkittävä osa digitaalisen ihmisen teknologioiden kehitystä. Näiden ohjelmistojen geneeriset default avattarit tarjoavat pohjan, josta lähteä muokkaamaan ja luomaan yksilöllisiä ja realistisia vaatteita digitaalisille hahmoille. Tekoälyn avustuksella on mahdollista luoda vaatteita, jotka istuvat täydellisesti digitaalisen ihmisen vartalolle ja reagoivat luonnollisesti erilaisiin liikkeisiin ja asentoihin. Vaatesuunnitteluohjelmistojen valmiit avattaret ovat optimoitu nimenomaan ympäristöön, jossa kangas simuloidaan sen ylle. Yksi 3D- ja XR-suunnittelun haastavimmista osa-alueista on "collision", eli esimerkiksi se miten vaate reagoi, kun se osuu hahmo pintaan. Vaatesuunnitteluohjelmistoissa collisionin määrittelylle on paljon parametreja, jotka ovat tarkoitettu saavuttamaan mahdollisimman hyviä tuloksia kankaiden dynaamisessa simuloinnissa.



KUVA 4. Marvelous Designer. Kaavoituksen lisäksi ohjelmassa voi rakentaa kokonaisia asuja kustomoiduilla asusteilla.

AI avatar generaattorit (kuva 5) ovat kehittyneitä tekoälyyn perustuvia työkaluja, jotka voivat luoda realistisia ja uskottavia digitaalisia hahmoja automaattisesti. Nämä generaattorit käyttävät syväoppimista ja muita keinoälyn tekniikoita analy-

soimaan ja syntetisoimaan ihmisen piirteitä, kuten kasvopiirteitä, ilmeitä ja liikkeitä. Tämä mahdollistaa nopean ja tehokkaan digitaalisten hahmojen luomisen erilaisiin sovelluksiin.



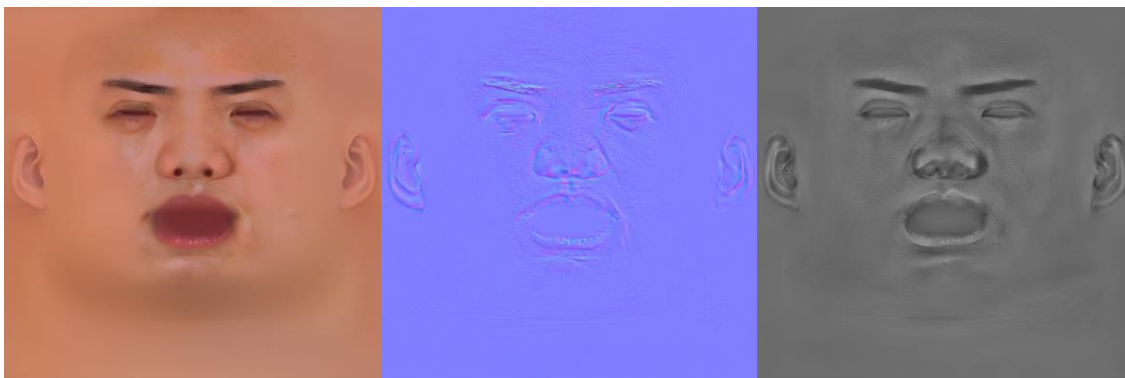
KUVA 5. Chat Avatar 3D AI-työkalu. Chat Avatarella voi generoida 3D-kasvomalleja chat -prompauksella.

3D-malli voidaan mallintaa myös käsin: mallinnuksen ja digitaalisen kuvanveiston taitava pystyy luomaan realistisen näköisen 3D-mallin, mutta se vaatii aikaa. Ammatillaiset käyttävät korkeantasoisesta skannauksesta ja kuvanveiston yhdistelmää. Isoissa projekteissa mallit skannataan niille erityisesti suunnitelluissa kameraluoneissa, joissa kamerat on asennettu pienen matkan välein ihmistä ympäröivään pallon muotoiseen trussirakennelmaan. Skannausta on kuitenkin mahdollista tehdä esimerkiksi iPhonella otetuista kuvista.

3.1.1 Teksturointi

Mallintamisen jälkeen hahmoon tehdään tekstuurit. Realistisen näköistä ihmishahmoa tavoiteltaessa ihon teksturointiin on käytettävä paljon aikaa. 3D-tuotannoissa tekstuurien tekeminen on oma osa-alueensa, johon suuremmissa projekteissa on myös oma tuotantotiiminsä. Teksturointi tarkoittaa hahmo tai objektien materiaalien, kuten lasin, metallin tai puun tekemistä. Se suoritetaan ohjelmasta riippuen yhdistelemällä erilaisia kuvamanipulaatio-toimintoja toisiinsa. Esimerkiksi yhdessä toiminnossa määritellään väri, toisessa heijastavuus, kolmannessa paljonko objekti tuottaa valoa. Realistisen ihon tekeminen vaatii monia kerroksia, joita luodaan texture mapien eli tekstuurikarttojen kautta. Iho ei pelkästään koostu

eri tavoin valoa taittavista, heijastavista tai mattamaisista tekstuureista, vaan siinä on myös juonteita ja ulkonevia kohtia ja struktuureja. joihin tarvitaan erityisiä "bump" ja "normal" -kuvakarttoja. (kuva 6).



KUVA 6. 3D-avattaren ihotekstuurikartat. Albedo / diffuse / color -, normal ja specular tekstuurit.

Yleensä 3D-skannauksen yhteydessä saadaan myös tallennettua ihon ja hiusten tekstuurit, jotka voidaan jälkikäsitellyssä siirtää malliin. Realistinen tekstuuri ei koostu pelkästään itse materiaalista vaan myös oikeanlaisesta valaistuksesta. Realistiseen studiovalaistukseen löytyy valmiita lisäosia tai sen voi luoda 3D-ohjelmien preset-valoista. Kuvien perusteella luotujen 3D-mallien tekstuurin kietominen mallin ympäri, eli sen "UV mapping" on tärkeä ja monitasoinen osa prosessissa. Kasvotekstuuri on aina venytetty ja oudon näköinen versio alkuperäisestä kuvasta; tämä mahdollistaa sen realistisen asettumisen 3D-malliin.

Teksturointi on olennainen vaihe realistisen näköisen digitaalisen ihmishahmon luomisessa. Vaikka mallintaminen luo perustan hahmolle, teksturointi antaa sille elävyyttä ja yksityiskohtia, jotka tekevät siitä uskottavan ja todentuntuisen. Erityisesti ihon teksturointiin kiinnitetään paljon huomiota, sillä ihmisen iho on monimutkainen ja monikerroksinen rakenne, joka vaatii tarkkaa käsittelyä. Esimerkiksi Facebuilderissa koko mallin rakentaminen perustuu kasvokuviin.

Lisäksi teknologiset kehitykset ovat tuoneet mukanaan uusia tapoja tehostaa teksturointiprosessia ja saavuttaa entistä realistisempia lopputuloksia. Esimerkiksi kehittyneet skannaus- ja kuvankäsittelytekniikat mahdollistavat tarkempien ja monimuotoisempien tekstuurien luomisen. Lisäksi tekoälyn käyttö teksturointi-prosessissa on noussut esiin, tarjoten automatisoituja työkaluja, jotka voivat nopeuttaa ja tehostaa teksturointia. Kaiken kaikkiaan teksturointi on olennainen osa digitaalisen ihmisen luomista, ja jatkuvat teknologiset innovaatiot tarjoavat uusia

mahdollisuuksia ja työkaluja teksturointiprosessin parantamiseen ja virtaviivaistamiseen.

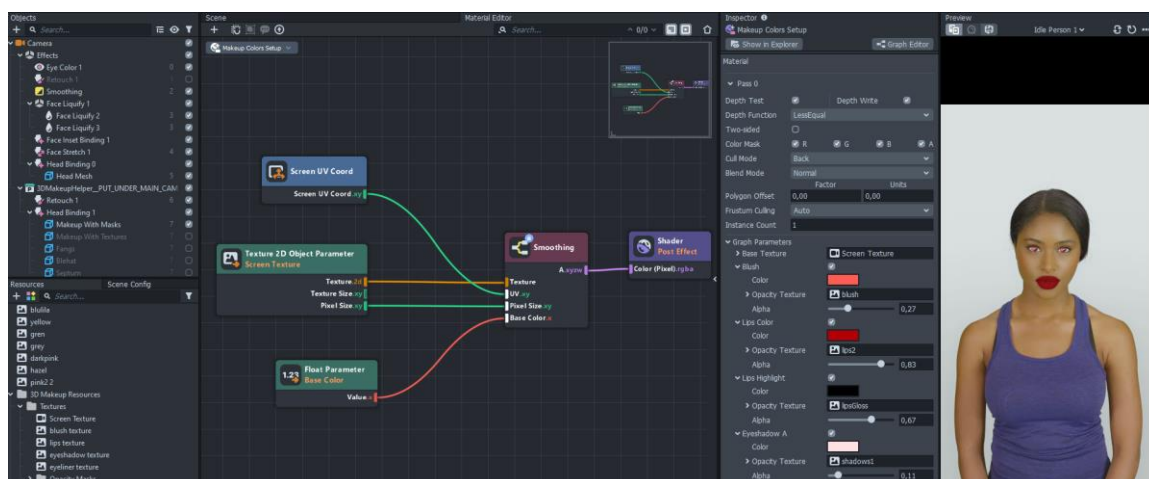
3.2 Koristelu ja stailaus

3D-avattaren hiukset ja vaatteet liitetään hahmoon erikseen. Skannauksella on mahdollista skannata ihminen myös vaatteiden kanssa, mutta siitä seuraa, että vaatteet ovat valmiiksi kiinni mallissa. Vaatteiden ja hiusten erikseen tekeminen mahdollistaa niiden dynaamisen animoimisen suhteessa mallin kehon liikkeisiin. Ensin avatar mallinnetaan, jonka jälkeen se animoidaan ja vasta sitten lisätään hiukset ja vaatteet. Näin siihen lisättyjen osien dynaaminen simulointi suhteessa kehoon mahdollistuu.

3D-hiukset ja digitaalinen maskeeraus ovat olennainen osa nykyaikaista visuaalista tuotantoa ja virtuaalista ilmaisua. Näiden tekniikoiden kehitys ja käyttömahdollisuudet ovat kasvaneet merkittävästi viime vuosina, ja ne tarjoavat monipuolisia työkaluja luovaan työhön. Yksi tapa luoda 3D-hiukset on käyttää valmiita generisiä pohjia, jotka voivat olla osa vaatesuunnitteluohjelmia tai muuta 3D-mallinnusohjelmistoa. Näiden pohjien avulla voidaan helposti luoda ja muokata erilaisia hiustyylejä ja -rakenteita. Lisäksi ohjelmistokohtaisia valmiita hiuspohjia voi hyödyntää hiusten luomisessa. Dynaamiset ja realistiset hiukset voidaan luoda käyttämällä partikkelisysteemejä ja erilaisia node-pohjaisia curve-systeemejä, jotka simuloivat hiusten liikettä ja rakennetta. Tällaisia hiuksia voidaan säätää dynaamisten parametrien avulla, ja ne voivat liikkua luonnollisesti animaatiossa. Esimerkiksi Blenderissä luodut hiukset voidaan siirtää Unreal Engineen, jossa ne toimivat reaaliaikaisesti pelihahmoilla ja muilla 3D-malleilla. AR-hiukset ja VR-parturointisimulaatiot ovat myös kehittyneet viime vuosina. Aiemmin hiukset olivat yksi haastavimmista 3D-hahmorakennuksen osa-alueista, mutta nyt niiden simuloiminen ja renderöinti reaaliajassa on mahdollista. Esimerkiksi Unreal Engine on ollut edelläkävijä reaaliaikaisten hiusten kehittämisessä ja ohjelmistoista kuten Blender ja Cinema4D voi siirtää suoraan dynaamisia hiussimulaatiota Unrealiin käytettäväksi.

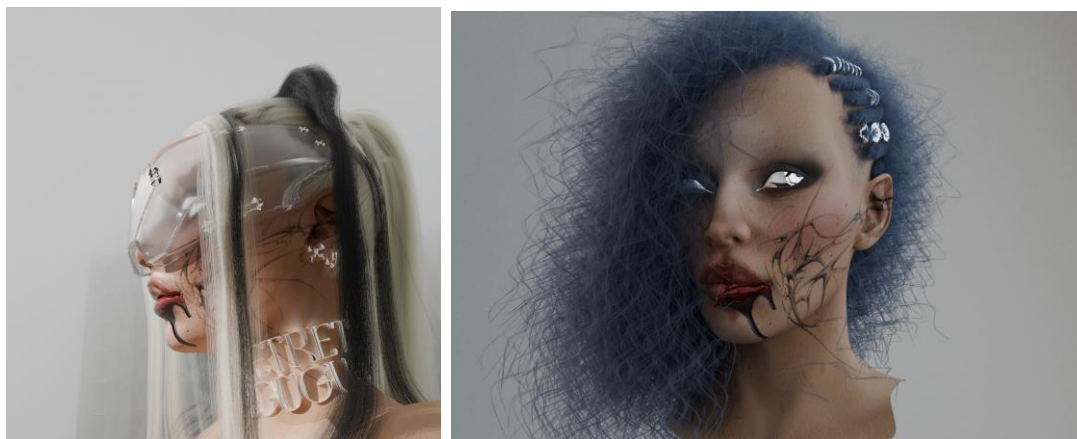
Digitaalinen maskeeraus on saanut valtavan suosion erityisesti AR-filttereiden myötä. Kasvotunnistus ja älylaitteiden liikkeenkaappausteknologioiden kehitys

ovat mahdollistaneet entistä tarkemman ja reaaliaikaisemman maskeerauksen toteuttamisen. Meikin tekeminen perustuu usein tekstuurimappien käyttöön ja AR-meikissä käytetään 3D-objekti maskausta yhdistettynä tekstuurikarttojen muokkaukseen ja kerrostamiseen. (kuva 7-9). Digitaalisen maskeerauksen edut ovat moninaiset, kuten vaatesuunnittelussakin; mahdollisuus nähdä lopputulos välittömästi ja muokata sitä ennen fyysistä valmistusta. Lisäksi materiaalien taloudellinen käyttö ja ekologisemmat suunnitteluprosessit ovat osa digitaalisen maskeerauksen hyötyjä. Multiammatillinen yhteistyö ja uudenlainen luova ilmaisu ovat myös keskeisiä tekijöitä näiden teknikoiden kehityksessä ja käytössä.



KUVA 7.–9. AR-meikki, jossa kevyt silmien rajaus, poskipuna, huulimeikki sekä digitaaliset piilolinssit. Meikki toimii reaaliaikaisesti puhelimen kameran kautta. Toteutettu SnapChatin LensStudiolla.

Mallille rakennetaan erikseen myös silmät ja suun sisältö (kieli, hampaat ja ikenet). Näin myös niitä on mahdollista animoida erikseen. Silmien mallintamista varten on hyvä käydä läpi silmien anatomiaa ja etsiä vastineita 3D-tekstuurien tekemisestä. Esimerkiksi silmän sarveiskalvon kupera heijastus on mahdollista luoda erilaisten lasitekstuurien avulla. Ensin silmä mallinnetaan, jonka jälkeen sen eri osat teksturoidaan. Erilaisten "shadereiden" eli varjostinkuvien avulla voidaan luoda kuvallisia maskeja, jotka mapataan objektin muotoon. Objekteihin on mahdollista käyttää myös uv-map - tekniikkaa, jolla niin sanotusti "kääritään" objekti haluttuun tekstuuriin kuvan avulla. Heijastuksen oikea määrä lisää silmämunan kiiltävän pinnan vaikutelmaa ja värikalvon yksityiskohtaiset poimut voidaan tehdä esimerkiksi säätämällä tekstuurin shaderin noise-efektiä monistettuna päällekkäin. Silmien tavoin hahmolle mallinnetaan ja rakennetaan hampaat, ikenet, kitalaki ja kieli. Mallintamisen ja kuvanveiston yhdistelmällä voidaan saavuttaa tavoiteltu tulos. Esimerkiksi yhden hampaan mallintamisen jälkeen se voidaan kopioida ja muokata halutun hampaan muotoiseksi. Ikenet muotoillaan erikseen, jonka jälkeen hampaat liitetään niihin. Näin hampaat ja ikenet voidaan teksturoida erikseen. Kuvanveiston monipuoliset työkalut auttavat erilaisten struktuurien tekemisessä. Työkaluilla voi esimerkiksi "maalata" tekstuuria malliin greyscale-kuvasta. Esimerkiksi kielen poimuinen rakenne voidaan luoda oikeaa kuvaa käyttäen, mutta myös yhdistelemällä eri työkaluja ja tekniikoita.

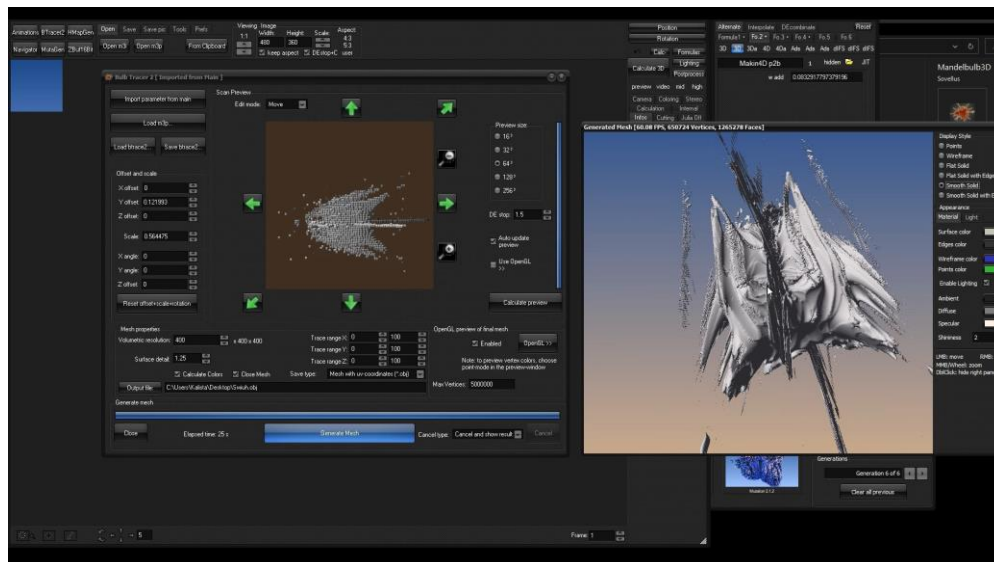


KUVA 10. Hiustyylit. Digitaaliselle kaksoselle voi helposti kokeilla erilaisia meikkejä ja hiusmalleja, esimerkiksi tv-tuotannon suunnittelussa.

Digitaalisten hahmojen stailauksen kehitys on kulkenut pitkän matkan ja tarjonnut entistä monipuolisempia työkaluja ja mahdollisuuksia luovaan ilmaisuun. Tulevai-

suuden näkymät ovat lupaavia, sillä uudet teknologiat ja innovaatiot jatkavat digitaalisen hahmostailauksen kehittämistä entistä realistisemmaksi ja monipuolisemmaksi. Yksi keskeinen tekijä digitaalisten hahmojen stailauksen kehityksessä on 3D-mallinnusohjelmistojen jatkuva kehitys. Ohjelmistot kuten Blender, Maya ja ZBrush tarjoavat ammattilaistasoisia työkaluja hahmojen luomiseen ja stailaamiseen. Lisäksi ohjelmistojen integraatio muiden työkalujen kanssa, kuten fotogrammetrian ja motion capture -tekniikoiden, mahdollistaa entistä monipuoliseman ja realistisemmän lopputuloksen. Esimerkiksi hiussimulaatiot ovat kehittyneet pelkästään viimeisen kahden vuoden aikana huimasti. (kuva 10)

Teknologiset edistysaskeleet kuten AI ja koneoppiminen ovat myös merkittävässä roolissa digitaalisten hahmojen stailauksen kehityksessä. Esimerkiksi AI-pohjaiset generointi ohjelmistot (kuva 11) voivat auttaa automatisoimaan tiettyjä stilaustehtäviä ja tuomaan lisää luovuutta ja tehokkuutta prosessiin. Lisäksi syväoppimisen menetelmät voivat auttaa parantamaan hahmojen realismia ja ilmaisullisuutta. Tulevaisuuden näkymät digitaalisten hahmojen stailauksessa ovatkin siis lupaavia. Yhä kehittyvät työkalut ja tekniikat mahdollistavat entistä monipuoliseman ja realistisemmän lopputuloksen. Lisäksi teknologisten edistysaskelten myötä digitaalinen hahmostailaus voi tulevaisuudessa tarjota uudenlaisia mahdollisuuksia luovaan ilmaisuun ja tarinankerrontaan.



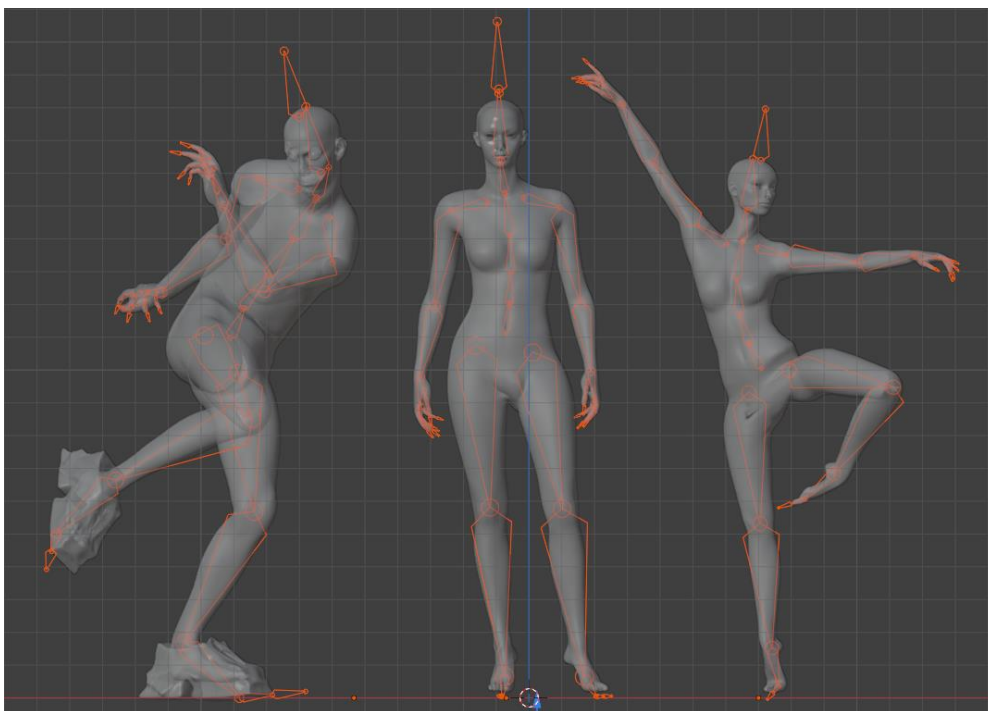
KUVA 11. Mandelbulb 3D-ohjelmisto perustuu fraktaalimatematiikkaan. Erilaisten algoritmien avulla voi generoida orgaanisia malleja vaate- ja asustesuunnitteluun. (Liite 3.)

3.2.1 Animointi

Digitaalisen ihmisen tuottamisessa on nähtävissä kaksi pääsuuntausta: joko hahmon presenssi on sidottu still-kuviin, joissa kuitenkin usein käytetään mallin istutamista oikeisiin valokuviin tai sitten hahmo on suunniteltu animoitavaksi. Molemmissa tapauksissa mallin animoiminen alkaa luurangon rakentamisesta, jossa kirjaimellisesti mallin sisälle tehdään luuranko, joka toimii liikedatan käytön tunnistajana ja mahdollistajana. (kuva 12 -13). Luuranko liitetään lopuksi malliin, jonka jälkeen mallin animoiminen perustuu tämän luurangon luiden ja niiden välille rakentuneiden nivelten liikuttelusta sekä asentojen tallentamisesta keyfreimien avulla tai liikeratojen siirtämisen luurankoon. Tätä kutsutaan rigaamiseksi. Animoiminen on tällä tekniikalla aikaa vievää ja sulavien liikkeiden tekeminen saattaa olla haastavaa. Liikkeenkaappaus-tekniikka mahdollistaa liikeratojen tallentamisen ja niiden lataamisen 3D-hahmoon, jolloin pitempien sulavien liikeratojen animoiminen helpottuu huomattavasti. Tekniikan voi toteuttaa esimerkiksi Kinect 2 – sensorilla ja Touch Designer -ohjelmistolla, joka mahdollistaa liikedatan käyttämisen. Kinect 2 -sensorissa on paljon erilaisia hyödyllisiä toimintoja liikkeenkaappauksen toteuttamiseen Touch Designerissa:

- Depth camera
- RGB camera
- Infrared camera
- Skeleton Point Tracking
- Hand Interaction
- Microphone Array Audio Capture.

Esimerkiksi skeleton point tracking perustuu samaan luurankoon niin kuvattavassa kohteessa, kuin 3D-mallissakin. Kasvojen animoimiseen käytetään samankaltaista tekniikkaa. Kasvot voidaan animoida kuvanveistollisesti keyfreimi kerrallaan tai niille voi rakentaa oman luurangon, jonka eri pisteet voidaan animoida face tracking -tekniikan avulla. 3D-mallien kasvojen animoimiseen liikkeenkaappauksista ja kasvotunnistusta voidaan pitää ensisijaisena metodina, sillä tekniikan kehitys on tasolla, jossa yksittäistenkin kasvoliikkeen reaaliaikainen liikkuttaminen on mahdollista.



KUVA 12. Avatar joints. Marvelous Designerin avatar joints.



KUVA 13. Armature. Blenderin luuranko eli armature.

Liikkeenkaappausteknologia on kehittynyt valtavasti viime vuosina, ja digitaaliset avatarit ovat tulleet yhä elävämmiksi ja realistisemmiksi. Yksi merkittävimmistä edistysaskeleista on ollut tekoälyn integrointi liikkeentunnistukseen ja kaappaus- tekniikoihin, mikä on mahdollistanut entistä tarkemman ja luonnollisemman liikkeen jäljittämisen. AI-hahmotunnistus on yksi tällainen kehitysaskel, joka mah-

dollistaa hahmojen anatomisen mallintamisen ja liikkeiden tunnistamisen reaaliajassa. Tämä teknologia on olennainen osa useita liikkeenkaappausjärjestelmiä, kuten Metahuman LiveLink, joka mahdollistaa animaation suoran siirtämisen skannatusta liikkeestä digitaaliseen hahmoon.

Toinen tärkeä tekijä on AI-pohjainen kasvojen vaihto, joka mahdollistaa todellisen ihmisen kasvopiirteiden tarkan kopioinnin digitaaliseen hahmoon. Tämä antaa animaattoreille ja pelikehittäjille mahdollisuuden luoda uskomattoman realistisia hahmoja, joilla on inhimilliset ilmeet ja eleet. Kasvojentunnistus- ja kasvojen vaihtamisen teknologia ovat keskeisiä osia nykyaikaista digitaalista viihdettä ja teknologista kehitystä.

Kasvojentunnistus on tekniikka, joka mahdollistaa ihmisten kasvojen automaattisen tunnistamisen kuvista tai videosta. Se perustuu usein koneoppimisen ja tekoälyn algoritmeihin, jotka analysoivat kasvojen piirteitä, kuten silmien sijaintia, nenän muotoa ja suun liikkeitä. Tämä teknologia on laajasti käytössä monilla eri aloilla, kuten turvallisuudessa, mainonnassa ja viihdeteollisuudessa. Esimerkiksi älypuhelimissa käytetään kasvojentunnistusta lukitsemiseen ja käyttäjätunnistukseen, kun taas kauppaketjut voivat käyttää sitä asiakkaiden tunnistamiseen ja markkinointitarkoituksiin. Kasvojen vaihtaminen on teknologia, joka mahdollistaa ihmisten kasvojen korvaamisen toisilla kasvoilla digitaalisessa kuvassa tai videossa. Tämä voidaan tehdä monin eri tavoin, kuten ottamalla valokuva henkilöstä ja sitten liittämällä se toisen henkilön kehoon tai käyttämällä animaatiota luomaan digitaalinen versio henkilön kasvoista ja asettamalla ne toisen hahmon päälle. Kasvojen vaihtaminen voi olla hauskaa ja luovaa, kuten kasvojen vaihtaminen sosiaalisessa mediassa tai viihteen maailmassa, mutta sitä voidaan myös käyttää vakavampiin tarkoituksiin, kuten elokuvien ja televisiosarjojen erikoistehosteissa tai jopa tutkimuksessa ja koulutuksessa. Nämä teknologiat ovat jatkuvassa kehityksessä ja niitä käytetään laajasti eri tarkoituksiin. Kasvojentunnistus ja kasvojen vaihtaminen tarjoavat lukuisia mahdollisuuksia viihteeseen, turvallisuuteen, terveydenhuoltoon ja monille muille aloille, ja niiden odotetaan edelleen kehittyvän ja laajenevan tulevaisuudessa.

Liikkeenkaappauspuvut, kuten Perception Neuron 3 Mocap Suit ja Rokoko Mocap Suit, tarjoavat tehokkaita työkaluja ammattimaiseen liikkeenkaappaukseen ja animaatioon. Näiden pukujen avulla liikkeet voidaan tallentaa tarkasti ja realistisesti ja ne voidaan sitten siirtää suoraan digitaaliseen hahmoon. Volumetrinen skannaus on mullistanut kokovartalon liikkeen kaappauksen ja skannauksen viime vuosina. Tämä tekniikka on erityisen hyödyllinen hahmojen luomisessa ja liikkeenkaappauksessa, koska se mahdollistaa tarkan anatomisen mallinnuksen ja liikkeen tallentamisen samalla kertaa. Lisäksi AR-vaatefilterit ja hahmot ovat yhä suosittumia, erityisesti sosiaalisen median alustoilla. Näillä filtereillä käyttäjät voivat lisätä erilaisia vaatteita, meikkejä ja muita efektejä kuviinsa ja videoihinsa, mikä luo hauskoja ja luovia tapoja ilmaista itseään digitaalisessa muodossa.

Kaikki nämä tekniikat yhdessä ovat tehneet digitaalisista avatareista ja liikkeenkaappauksesta entistäkin monipuolisempia ja realistisempia. Tulevaisuudessa odotetaan jatkuvaa kehitystä ja innovaatioita näillä aloilla, mikä avaa uusia mahdollisuuksia animaation, pelien ja virtuaalitodellisuuden maailmassa.

3.2.2 Phygitaalinen suunnittelu

Phygitaalinen suunnittelu edustaa jännittävää yhtymäkohtaa digitaalisen ja fyysisen suunnittelun välillä, missä virtuaalinen ja reaali maailma kohtaavat luoden uudenlaisia mahdollisuuksia innovaatioon ja tuotesuunnitteluun. Yhä useammat suunnittelijat ja valmistajat hyödyntävät fyysisiä ja digitaalisia elementtejä yhdessä luodakseen ainutlaatuisia ja monitasoisia tuotteita.

3D-tulostus on yksi keskeinen elementti phygitaalisessa suunnittelussa, joka on kokenut valtavan kehityksen viime vuosina. Nykyään on olemassa laaja valikoima erilaisia 3D-tulostimia, jotka tarjoavat erilaisia ominaisuuksia ja tulostusmateriaaleja. Esimerkkejä ovat hartsi- ja filamenttitulostimet. Hartsitulostimet käyttävät nestemäistä valokovettuvaa hartsia, kun taas filamenttitulostimet käyttävät muovilankaa. Näiden kahden välillä on eroja tulostuksen tarkkuudessa, nopeudessa ja materiaalivalikoimassa. Hartsitulostukseen sisältyy paljon fyysisistä

työtä ja nestemäisten aineiden kanssa toimimista. Tulostustulos voi olla epävarma, sillä kone käyttää valotettavaa pintaa hartsinesteessä. Malli on näin ollen osattava asemoida optimaalisesti ylösalaisin ja se vaatii erillisten tukirakenteiden luomisen, jotka poistetaan mallista jälkikäteen. Tulostuksen jälkeen malli on irrotettava valotusalustasta, pestävä isopropanolilla sekä kuivattava UV-valossa. Tulostuksen tulos on kuitenkin yhtä tarkka ja yksityiskohtainen. (kuva 14–16). Filamenttitulostin tulostaa mallin alustalle oikein päin suoraan nauhasta, jota sille syötetään. Filamenttitulostus on työvaiheeltaan huomattavasti yksinkertaisempaa ja se mahdollistaa paremmin esimerkiksi nivellettyjen mallien tulostuksen, mutta filamenttikoneet ovat vaikeita ylläpitää. Mielenkiintoinen kehityssuunta on, että jotkut 3D-tulostimet, kuten Prusa-tulostin, on suunniteltu siten, että niitä voi käyttää tulostamaan itsensä, vaikkakaan tämä ei ole vielä täysin mahdollista kaikissa tapauksissa, sillä mekaanisten osien, kuten virtapiirien rakennus vaatii erilaisten materiaalien ja osien käytön, joita ei vielä voi kotiooloissa itse tulostaa. Samaa aikaan kuitenkin esimerkiksi ruuan 3D-tulostaminen kehittyi vauhdilla. Tämä ilmentää digitaalisen valmistuksen kehitystä kohti loppumatonta monistusmahdollisuutta ja hajautettua valmistusta.

Lisäksi digitaalinen fabrikaatio, joka tunnetaan myös nimellä CNC (tietokoneohjattu valmistus), on olennainen osa phygitaalista suunnitteluprosessia. Tässä prosessissa digitaalinen tieto ohjaa valmistuskoneita suoraan muodostaen erilaisia osageometrioita. Tämä tieto tulee useimmiten CAD-ohjelmistoista, jotka siirretään CAM-ohjelmistoihin. Tällä tavoin digitaalinen fabrikaatio mahdollistaa fyysisten esineiden luomisen suoraan digitaalisista tiedostoista, mikä poikkeaa perinteisistä valmistustekniikoista, kuten valamisesta tai takomisesta. Phygitaallinen suunnittelu voi myös toimia esimerkiksi perinteisen pukusuunnittelun apuna. Vaatealan ammattilaiset voivat hyödyntää 3D-mallinnusta ja tulostusta luodakseen prototyyppejä ja malleja, joiden avulla he voivat kokeilla erilaisia muotoja, kankaita ja muotoiluja ennen lopullisen tuotteen valmistusta. Tämä voi säästää aikaa ja resursseja, samalla kun se mahdollistaa monipuolisemman ja innovatiivisemmän suunnitteluprosessin. Esimerkiksi Rhinoceros on loistava työkalu 3D-tulostettavien objektien luomiseen. (Liite 2.)



KUVA 14.–16. Rhinoceros ja 3D-tulostus. Rhinocerosella mallinnettuja ja hartsitulostimella tulostettuja nivellettyjä malleja.

4 DIGITAALINEN VAATESUUNNITTELU

4.1 Digitaalisen muodin nousu

Digitaalinen muoti on noussut merkittäväksi voimaksi nykyaikaisessa muotimaailmassa, mullistaen perinteiset suunnittelun, tuotannon ja kulutuksen käytännöt. Tämä murros on synnyttänyt uusia mahdollisuuksia luovuudelle, teknologialle ja yhteisöllisyydelle, samalla muuttaen tapaa, jolla muoti hahmotetaan ja koetaan. Digitaalisen muodin nousua on tukenut teknologisten innovaatioiden kehitys, erityisesti 3D-mallinnuksen, simuloinnin ja virtuaalitodellisuuden alueilla. 3D-mallinnusohjelmistojen kehittyminen on mahdollistanut entistä monimutkaisempien ja realistisempien vaate- ja asustesuunnitelmien luomisen, samalla kun virtuaalitodellisuuden avulla suunnittelijat voivat kokea vaatteiden ja asusteiden ulkoasun ja tuntuman ennen niiden fyysistä valmistamista.

Viimeisen viiden vuoden aikana digitaalinen muoti on kokenut merkittävän nousun, ja se on luonut ainutlaatuisen sillan pelimaailman ja muotiteollisuuden välille. Teknologian kehittyessä virtuaalitodellisuus ja pelialustat ovat muuttuneet monipuolisiksi foorumeiksi, joilla muotibrändit voivat kohdata yleisönsä ja tarjota ainutlaatuisia kokemuksia. Fabricant ja DressX ovat olleet tässä kehityksessä edelläkävijöitä. Fabricant hyödyntää 3D-mallinnusta ja virtuaalista prototyypausta luodakseen digitaalisia muotikappaleita, kun taas DressX tarjoaa virtuaalista pukeutumispalvelua, joka mahdollistaa vaatteiden sovittamisen ja ostamisen digitaalisessa ympäristössä. Nämä yritykset ovat lähteneet liikkeelle halusta muuttaa konventionaalista muotiteollisuutta, joka on tunnettu ympäristövaikutuksistaan ja epäeettisistä käytännöistään. Digitaalinen muoti tarjoaa kestävämpiä vaihtoehtoja, sillä se vähentää tarvetta fyysisiin materiaaleihin ja pienentää tuotantoprosessien hiilijalanjälkeä. Lisäksi se mahdollistaa yksilöllisten ja räätälöityjen vaatteiden luomisen ilman massatuotannon rajoituksia. Näin ollen digitaalinen muoti ei ainoastaan tarjoa uusia luovia mahdollisuuksia muotoilulle ja ilmaisulle, vaan se myös haastaa perinteisen muotiteollisuuden normeja, pyrkien edistämään kestävämpää ja inklusiivisempää muotikulttuuria.

Digitalisaatio on muuttanut merkittävästi myös kuluttajakokemusta muodin maailmassa. Verkkokaupat ja mobiilisovellukset tarjoavat kuluttajille entistä laajemman valikoiman ja helpomman pääsyn muotituotteisiin. Lisäksi sosiaalisen median alustat, kuten Instagram ja TikTok, ovat nousseet merkittäviksi vaikuttajiksi muodin maailmassa, mahdollistaen muotibrändien suoran vuorovaikutuksen kuluttajien kanssa, tarjoten samalla foorumin muotivaikutteisten sisältöjen jakamiseen ja löytämiseen.

Kestävä muoti on noussut keskeiseksi teemaksi muotiteollisuudessa ja digitaaliset innovaatiot ovat tarjonneet uusia mahdollisuuksia kestävä kehityksen edistämiseen. Esimerkiksi 3D-mallinnuksen ja virtuaalisten sovitusmahdollisuuksien avulla voidaan vähentää tarvetta fyysisille sovituskappaleille ja siten vähentää vaatteiden palautusten ja hylkäämisen määrää. Lisäksi digitaalinen tuotanto ja jakelujärjestelmät voivat mahdollistaa tehokkaamman materiaalien ja resurssien käytön sekä vähentää turhia tuotantovaiheita. Digitaalinen muoti on myös edistänyt yhteisöllisyyttä muotimaailmassa. Metaverse, Web3 ja sosiaalisen median alustat tarjoavat foorumin muotiharrastajille jakaa inspiraatiota, ideoita ja tietoa muodin trendeistä ja tapahtumista. Lisäksi virtuaaliset muotinäytökset ja tapahtumat mahdollistavat laajemman yleisön osallistumisen muotimaailman tapahtumiin, mikä edistää monimuotoisuutta ja inklusiivisuutta muotialalla. Blockchain ekosysteemien käyttö on mahdollistanut muotisuunnittelijoiden tasa-arvoisempaa ja hajautetumpaa ansioinfrastruktuuria.

Digitaalisen muodin merkittävä kehitys näyttää olevan vasta alkuaan ja tulevaisuudessa voimme odottaa entistä suurempaa yhteistyötä teknologian ja muodin välillä. Esimerkiksi lisätyn todellisuuden (AR) ja virtuaalitodellisuuden (VR) sovellukset voivat tarjota uusia tapoja kokea ja ostaa muotituotteita, samalla kun kehittyvät kestävä kehityksen käytännöt ja materiaalitekniikat edistävät vastuullisempaa muotituotantoa. Digitaalinen vaatesuunnittelu edustaa merkittävää muutosta muotimaailmassa, joka ei pelkästään tarjoa työkaluja kestävämpään tuotantoon vaan laajentaa myös perinteisten käsityöalojen ammattilaisuutta. Teknologisten innovaatioiden ja kestävä kehityksen edistämisen myötä voimme

odottaa, että digitaalinen muoti jatkaa kasvuaan ja vaikutustaan muotimaailmassa tulevana vuosina.

Digitaalisen muodin matka on täynnä merkittäviä kehitysaskeleita ja virstanpylväitä, jotka ovat muokanneet muotimaailmaa ja tuoneet esiin uusia mahdollisuuksia niin suunnittelijoille, brändeille kuin kuluttajillekin. Vuonna 2004 Adidas teki historian ensimmäisiä askeleita kohti digitaalisen vaatesuunnittelun käyttöönottoa tarjoamalla 3D-mallinnettuja vaatteita nettikaupassaan. Tämä oli merkittävä hetki, joka esitteli kuluttajille uudenlaisen tavan kokea ja ostaa vaatteita virtuaalisessa ympäristössä ja tekemään kestävämpiä ostopäätöksiä. AR-tekniikan hyödyntäminen muotiliikkeissä on ollut toinen merkittävä askel kohti digitaalista muotia. Esimerkiksi Tommy Hilfigerin liikkeisiin asennetut AR-sovitukset mahdollistavat asiakkaille virtuaalisen sovituksen, mikä auttaa sitoutumaan ostopäätökseen syvemmin sekä mahdollistaa myös inklusiivisemmän kokemuksen.

Suuret muotibrändit, kuten Gucci, Dolce & Gabbana, Louis Vuitton ja Chanel, ovat ottaneet rohkeasti askeleen kohti digitaalista maailmaa ja rakentaneet presenssiään Metaversumissa. Yhteistyöt pelialustojen, kuten Robloxin ja Ready Player Me:n kanssa, sekä brändien virtuaaliset tapahtumat ovat lisänneet muodin läsnäoloa digitaalisessa ympäristössä. Isojen muotiviikkojen ohjelman sisällä on jo standardiksi muodostunut digitaalinen muotiviikko ja esimerkiksi Helsingin Muotiviikot ovat tänä vuonna ensimmäistä kertaa täysin virtuaalisessa muodossa.

Vuonna 2023 Draup ja Vertical Crypto Art järjestivät ensimmäisen digitaalisen muodin residenssin, joka tarjosi koulutusta blockchain-tekniikan ja muotisuunnittelun liittymäkohdasta. Samana vuonna Draup julkaisi myös ensimmäisen digitaalisen shape wear -malliston, joka toi digitaalisen muodin uusille urille ja tarjosi kuluttajille innovatiivisia vaihtoehtoja perinteiselle muodille.

Fabricantin julkaisi vastikään Met Tabit, eli legendaariset Maison Margiela Tabi-Tabi -bootsit pääsivät ensimmäistä kertaa Metaverseen. Tämä on vain alkua digitaalisen muodin datapohjan luomiselle. Kaikki nämä kehitysaskleet ovat osoittaneet, että digitaalinen muoti ei ole vain ohimenevä trendi, vaan merkittävä muu-

tosvoima muotimaailmassa. Ne ovat avanneet uusia mahdollisuuksia luovuudelle, innovaatioille ja kestäväälle kehitykselle, jotka jatkavat muotimaailman muokkaamista ja kehittämistä tulevaisuudessa.

Särmäkari (2022) tarjoaa syväluotaavan läpileikkauksen digitaalisen muodin vaikutuksista yhteiskuntaan, erityisesti muotiteollisuuden ja suunnittelun alalla. Digitaalinen muoti on loistava ja monitasoinen esimerkki siitä, miten teknologia ja tekoäly pakottaa meidät uudelleen määrittelemään niin yhteiskuntarakenteiden lähtökohdat, kuin koko ihmisyyden olemuksen. Särmäkari sitoo yhteen myös feministisempiä näkökulmia transhumanismin kontekstissa. Hän avaa miten Deborah Lupton (2017) rakentaa Harawayn ja Haylesin käsitteiden pohjalta teoriaa "data-tajusta", joka kuvaa digitaalisen datan ja fyysisten kokemusten välisen tiiviin vuorovaikutuksen syntymää. Data edustaa elämäämme numeroina, ohjaten sekä ihmisiä, että algoritmeja. Lupton näkee digitaalisen datan ja laitteiden yhdistyvän ihmisten kumppanilajeiksi, jotka muotoutuvat käyttäjien vuorovaikutuksen, kehon ja kokemuksen mukaan. Käyttäjät muokkaavat laitteiden käyttöä ja samalla myös käsityksiään itsestään. (Särmäkari 2022).

3D-maailma projisoi ihmiskunnan tilaa yhdistämällä fotorealistisen tekniikan surrealistiseen ilmaisuun. Taiteessa ilmentyy vallitsevien trendien, poliittisten ja yhteiskunnallisten ilmiöiden lisäksi posthumaanit arvot, jotka kannattavan ihmisen liittämistä takaisin luontoon saman arvoiseksi eläinmaailman kanssa ja samalla hylkää vanhanaikaiset käsitykset ihmisentrisestä maailmasta. Ajattelu liittyy suoraan kognitioomme universumista, joka on kehittänyt maailmankuvaamme ja sen kautta kollektiivista omakuvaamme. 3D-taiteen suurin viehätys perustuu illuusiioon, joka vahvistaa antropomorfismia ja rakentaa kehitystään ajatukselle, että kaikki fyysisen maailman ilmiöt ja toiminnot on simuloitavissa algoritmisten vastineiden kautta. Mielenkiintoisimpia esimerkkejä tästä edustavat digitaaliset ihmiset, "digital humans", jotka toimivat hämmästyttävän luonnollisena osana yhteiskuntaa, vaikkeivat edes omista ihmiselle konkreettista olomuotoa. Terry (2018) kirjoittaa artikkelissaan miten sosiaalisessa mediassa vaikuttavat virtuaaliset ihmiset ovat saavuttaneet supertähti-statuksen miljoonilla seuraajillaan ja niiden taiteelliseen itseilmaisuun on panostettu merkittävästi. Esimerkiksi Lil Miquela -nimisellä digitaalisella ihmisellä on vahva taustatarina, jossa hänet on vapautettu tekijöidensä julmasta juonesta myydä Miquela luksustason seksirobotiksi. (Terry

2018.) Lil Miguela on malli ja tyyli-ikoni. Hän tekee musiikkia ja ottaa kantaa yhteiskunnallisiin asioihin kannattaen vapauden ja tasa-arvon aatteita, vastustaen voimakkaasti rasismia. Hän myös tiedostaa oman keinotekoisuutensa. Miquelan viehätöksessä ei ole kyse pelkästään toimivan hahmon, sen personoinnin ja taustatarinan onnistuneesta luomisesta vaan myös illuusiosta, jossa hahmo on istutettu oikeisiin valokuviiin. Syntyy vaikutelma siitä, että hahmo on oikeasti interaktiivinen ympäristönsä kanssa. Digitaaliset ihmiset voivat jo toimia asiakaspalvelutehtävissä, informaation välittäjinä ja niillä voi olla persoonallisuus, johon ihmiset samaistuvat. 3D-taiteen realistisuuden vaikutelma on voimakas keino vaikuttaa. Hollywoodissa näyttelijöistä tehdään 3D-versioita, jossa mallinnuksen lisäksi eleet, ilmeet ja ääni tallennetaan. Näin näyttelijät voivat näytellä postuumisti. Virtuaalisen kopioinnin arkipäiväistyminen on alkanut erilaisten liikkeenkaappaus ja kasvotunnistus-sovellusten johdosta.

Avoimen lähdekoodin ohjelmistoliikkeellä on syvä yhteys digitaaliseen muotiin ja digitaalisen ihmisen aiheisiin. Liikkeen kannattajat uskovat jakamisen olevan avain henkilökohtaiseen vapautumiseen sekä tasapuolisten hierarkioiden ja kollektiivisen luovuuden edistämiseen, kirjoittaa Särmäkari väitöskirjassaan. Tämä ajatus resonoi vahvasti digitaalisen muodin kanssa, jossa yhteisöllisyys ja avoimuus ovat keskeisiä arvoja. Digitaalisen muodin käytännöt pyrkivät murtamaan perinteisen taiteen ja käsityön erottelun, korostaen kollektiivista ja yhteisöllistä luovuutta. Tämä suuntaus liittyy avoimen lähdekoodin ajatukseen, sillä se pyrkii demystifioimaan muotiauktoriteetteja ja luomaan tilaa kaikille ilmaista itseään muodin kautta. Tavoitteena on hajottaa perinteinen muotikulttuurin auktoriteetti-ammattilaishierarkia, erityisesti virtuaalisessa tilassa, ja edistää kaikkien osallistumista ja osallistumista muotikulttuuriin. (Särmäkari 2022).

4.1.1 Vaatesuunnitteluohjelmistot

Digitaalisten vaatesuunnittelutyökalujen käyttö on tullut yhä yleisemmäksi muoti-teollisuudessa, tarjoten suunnittelijoille ja merkeille innovatiivisen tavan luoda ja visualisoida vaatteita ennen niiden fyysistä valmistusta. Tässä esitellään joitakin

suosituimpia vaatesuunnitteluohjelmistoja, jotka tarjoavat erilaisia ominaisuuksia ja mahdollisuuksia vaatteiden suunnitteluun ja mallinnukseen.

1. Marvelous Designer (kuva 17. – 18): Tunnetaan parhaiten kaavojen ja 2D-suunnittelun ominaisuuksistaan. Marvelous Designerin vahva vaatekankaan simulointimoottori ja vaihtoehdot remeshing- ja retopology-toiminnolle tarjoavat ainutlaatuisen lähestymistavan 3D-hahmojen luomiseen. Se on ensimmäisiä vaatesuunnitteluun erikoistuneita ohjelmia.

2. CLO 3D: Marvelous Designerin sisarohjelmisto, jossa on intuitiivisempi ja lopputuotteen enemmän fokusoiva käyttäjärjestelmä. CLO 3D erottuu interaktiivisilla 3D-tietokoneavusteisilla suunnitteluratkaisuillaan. Se erikoistuu 3D-mallinnukseen ompelukaavion luomista varten ja tarjoaa monipuoliset vaihtoehdot väri- ja koon määrittelylle. (Liite 4.)

3. Browzwear: Paras vaihtoehto luoville kehittäjille muotisuunnittelussa. Browzwear tarjoaa edistyksellisiä 3D-mallinnusominaisuuksia, realistisen kankaan simuloinnin ja virtuaalisen sovitusominaisuuden, joiden avulla suunnittelijat voivat luoda realistisia digitaalisia vaatteita.

Lisäksi muita hyviä vaatesuunnittelutyökaluja voivat olla esimerkiksi Pret-A-Plate-hahmottelusovellus, Rhinoceros, Cinema4D ja Blender. On tärkeää huomata, että digitaalinen vaatesuunnittelu vaatii usein monipuolisia taitoja ja koulutusta 3D-mallinnuksessa, teksturoinnissa ja muissa teknisissä osa-alueissa. Kuitenkin näiden ohjelmistojen avulla suunnittelijat voivat luoda monimutkaisia ja tyylikkäitä vaatteita, kokeilla erilaisia muotoja ja materiaaleja sekä saada realistisen kuvan lopputuloksesta ennen tuotantoon siirtymistä. Digitaalinen vaatesuunnittelu onkin muuttanut muotiteollisuuden maisemaa, tarjoten luoville ammattilaisille entistä tehokkaampia työkaluja ja mahdollisuuksia. Se kuitenkin on tällä hetkellä vielä etsimässä lopullista paikkaansa ammattialoilla; toisaalta työkaluna ja toisaalta omana ammattialueenaan.



KUVA 17.-18. Digitaalinen kaavoitus.Keskiaikaisten asujen digitointia Marvelous Designerilla.

4.2 AR muoti

Digitaalinen muoti on noussut voimakkaasti esiin teknologian ja muodin yhteentörmäyksessä, jossa perinteisen ja digitaalisen maailman rajat hämärtyvät. Tässä muuttuvassa maisemassa yksi keskeinen käsite on lisätty todellisuus eli augmented reality (AR), joka tarjoaa uudenlaisia mahdollisuuksia vaatesuunnittelulle ja -käytölle. AR-muoti ei ole vain visuaalinen representaatio, vaan se tarjoaa syvällisen kokemuksen, joka yhdistää fyysisen kehon ja digitaalisen ympäristön. Lisätyn todellisuuden toimintaperiaate perustuu reaaliaikaiseen yhdistämiseen fyysisen ympäristön ja digitaalisten elementtien välillä. Tämä mahdollistaa virtuaalisten

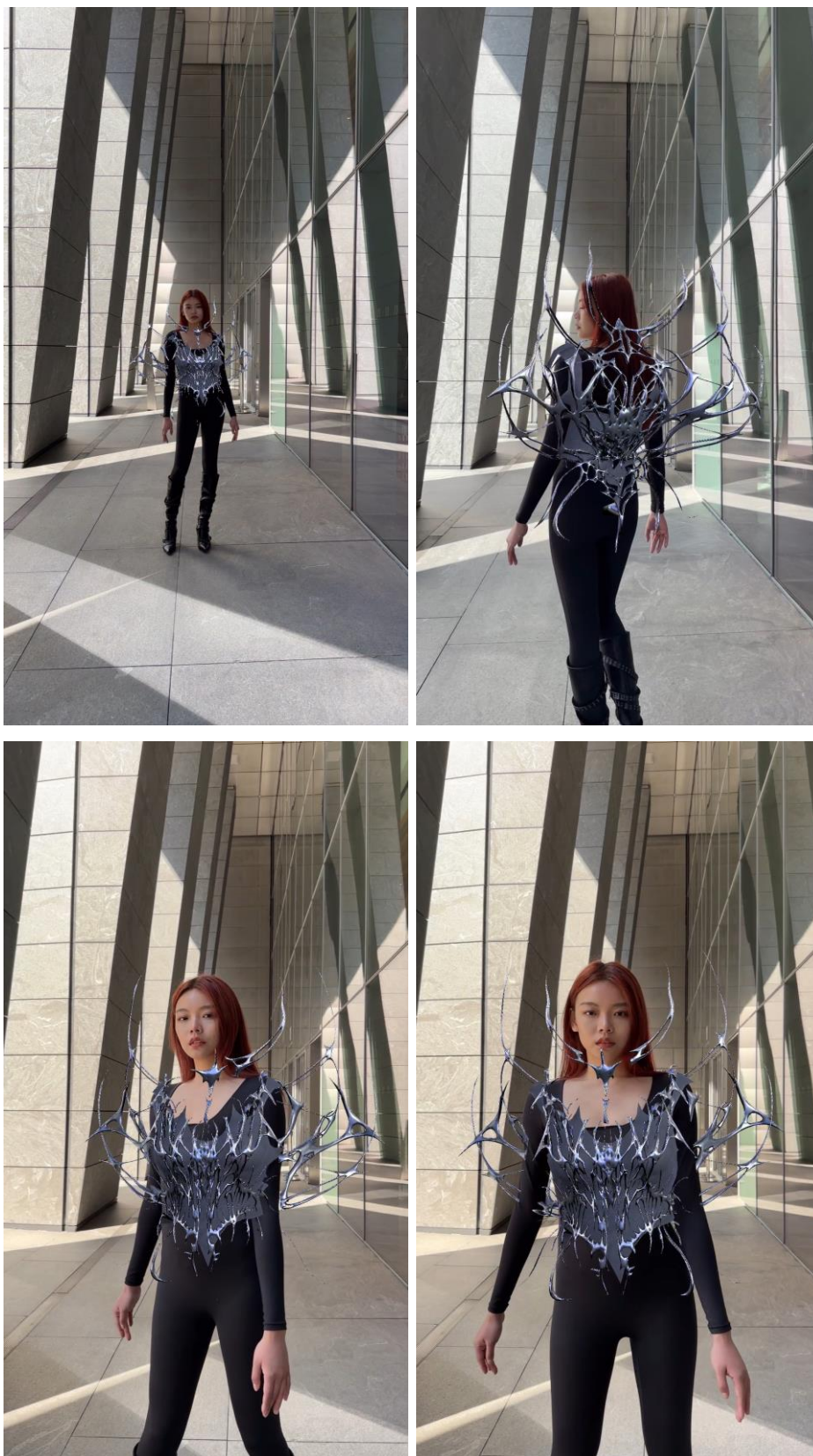
elementtien, kuten vaatteiden, asusteiden ja jopa kokonaisten muotinäytösten, näyttämisen ja kokeilemisen reaali maailmassa. AR muodin avulla käyttäjät voivat kokea vaatteet ja asusteet ikään kuin ne olisivat todellisia, luoden ainutlaatuisen ja immerstiivisen ostokokemuksen.

Yksi AR muodin merkittävimmistä piirteistä on sen kyky muokata käyttäjän havaintoa ja kokemusta kehosta ja vaatteista. Ihmisaivot ovat äärimmäisen sopeutuvaisia ja helposti huijattavissa, mikä tekee AR-muodista vaikuttavan keinon tarjota käyttäjille todentuntuisia kokemuksia digitaalisista vaatteista ja asusteista. Käyttäjät voivat kokea vaatteiden tuntuvan ja näyttävän erilaisilta riippuen niiden materiaalista ja muotoilusta, mikä lisää AR-muodin houkuttelevuutta. AR muoti tarjoaa vaihtoehdon perinteiselle vaatesuunnittelulle ja -ostamiselle, joka usein liittyy nopeisiin trendeihin ja pikamuotiin. Sen sijaan että ostettaisiin uusi asu vain yhtä kuvaa varten sosiaalisessa mediassa, AR muodin avulla käyttäjät voivat kokea digitaalisia versioita vaatteista ja asusteista, jotka ovat saatavilla jatkuvasti ja voidaan räätälöidä yksilöllisiin tarpeisiin ilman aina uusien vaatteiden hankintaa. Tämän päivän AR muotialustat, kuten Zero10 (kuva 19 - 22), tarjoavat yhteisöllisiä kokemuksia ja mahdollistavat vaatteiden ja asusteiden kokeilemisen Tommy Hillfigerin liikkeen näyteikkunoihin ja sisätiloihin. Lisäksi teknologiset edistysaskeleet, kuten AR-vaatefiltterit ja hahmot, mahdollistavat vaatteiden ja asusteiden virtuaalisen sovittamisen omassa kodissa tai missä tahansa, mikä muuttaa perinteisiä ostokäytäntöjä. AR muodin kehityksessä on tärkeää huomioida myös tekijänoikeuden muuttuminen digitaalisessa aikakaudessa. Avoimen lähdekoodin filosofiat, verkottunut digitaalinen yhteistyö ja tekoälyn lisääntyvä hyödyntäminen haastavat perinteiset käsitykset tekijänoikeudesta ja inhimillisestä toimijuudesta. Yritykset kuten Draup ja Vertical Crypto art ovat luoneet uusia konsepteja digitaalisen muodin residensseillä ja shape wear -mallistoilla, jotka hyödyntävät AR:n mahdollisuuksia, joita käyttäjät voivat itse kustomoida tai sisällöntuottajat jatkaa.

AR muoti ei ole vain uusi trendi, vaan se edustaa laajempaa muutosta siinä, miten muoti koetaan ja kulutetaan digitaalisessa maailmassa. Se tarjoaa ainutlaatuisen mahdollisuuden yhdistää teknologia ja muoti, luoden uusia kokemuksia ja mahdollisuuksia niin suunnittelijoille kuin kuluttajillekin. AR-muodin kehitys on syvästi sidoksissa teknologisten edistysaskelten ja digitaalisten innovaatioiden nopeaan kehitykseen. Sosiaalisen median alustoilla, kuten Instagramilla, TikTokilla ja

Snapchatilla, on keskeinen rooli AR-filttereiden luomisessa ja jakelussa. Nämä alustat tarjoavat omia työkalujaan AR-filttereiden suunnitteluun ja julkaisemiseen, mutta niiden monopoliasema luo myös haasteita innovatiivisten ja monipuolisten filttien kehitykselle. AR-try on -käyttöjärjestelmien luominen vaatii laajaa teknistä osaamista CGI- ja XR-aloilta sekä ohjelmoinnista ja käyttäjäkokemuksen suunnittelusta. Tämä monimutkainen prosessi on kuitenkin avainasemassa AR-muodin kehityksessä, sillä se mahdollistaa yksilöllisten ja interaktiivisten kokeilukokemusten tarjoamisen kuluttajille. Mielenkiintoinen kehityssuunta AR-muodissa on tekoälyn ja AR:n yhdistäminen. Esimerkiksi Random outfit -generaattorit ovat yleistyneet nopeasti.

Vaikka AR-muodin tekniikat ovatkin edenneet merkittävästi, on tärkeää huomata, että simulointi vaatteiden osalta on edelleen kehitysvaiheessa. Vaikka PBR-teksturointi ja reaaliaikainen materiaalien ja ympäristöjen renderaaminen ovat kehittyneet kiihtyvällä tahdilla, AR-simulaation fotorealistisuus on vielä haasteellista saavuttaa. Kuitenkin dynaamisten kankaiden simulointi reaaliajassa edustaa uskomatonta kehitystä verrattuna siihen, millainen kehitysvaihe oli vielä joitakin vuosia sitten. (Liite 1). Kaiken kaikkiaan AR-muoti edustaa jatkuvasti kehittyvää ja kasvavaa alaa, jossa teknologian ja muodin rajapinnat sulautuvat yhteen luoden uusia ja jännittäviä mahdollisuuksia sekä suunnittelijoille että kuluttajille. Teknologisten innovaatioiden jatkuva kehitys lupaa mielenkiintoisia ja inspiroivia muutoksia AR-muodin tulevaisuudessa.



KUVA 19.–22. Zero10 -alusta on yksi johtavista AR-muodin alustoista. Se on erikoistunut AR-try on -palveluiden tuottamiseen.

5 POHDINTA

Digitaalisen ihmisen tutkiminen on ollut minulle pitkäaikainen intohimo ja tutkimuskohde. Hahmojen kehittäminen ja interaktiivinen 3D-taide heijastelee ihmiskunnan uudenlaista itsetutkiskelua, joka prosessina on harvinaisen kiehtova. Ne ovat myös oma keinoni etsiä vastauksia perimmäisiin kysymyksiin olemassaolosta, ajasta ja avaruudesta. Sen takia halusin käsitellä myös digitaaliseen ihmiseen liittyviä teoreettisia aiheita ja pohtia sen merkitystä tieteellisesti ja taiteellisesti. Ilmiönä digitaalinen suunnittelu huokuu positiivisia vivahteita oikeudenmukaisemmasta ja hyväksyvämmästä maailmasta, jossa ihmisyyden monimuotoisuus on vapautettu modernilla ja avarakatseisella suhtautumisella ihmisyyteen ja itseemme. Silloin myös kokemus yhtenäisestä lajista voisi vahvistua ja johtaa parempaan tulevaisuuteen. Digitaaliset ihmiset ovat tavallaan myös empatiaharjoituksia. Virtuaalitekniologioiden avulla voitaisiin esimerkiksi lisätä empatiakykyä asettamalla ihminen virtuaalimaailmaan vuorovaikuttamaan digi-ihmisen kanssa tai asettumaan sen näkökulmaan. Jos empatian simulointi on mahdollista, miksei se voisi kehittyä myös oikeasti olemaan sitä.

Digitaalinen vaatesuunnittelu on saanut aikaan merkittävän murroksen muotimaailmassa ja teollisuudessa. Sen vaikutukset ulottuvat laajalle, tarjoten ratkaisuja moniin perinteisiin haasteisiin samalla kun se luo uusia mahdollisuuksia ja arvoja. Yksi keskeinen ulottuvuus on digitaalinen kehollisuus, joka liittyy ihmisten kokemukseen ja vuorovaikutukseen digitaalisten vaatteiden ja virtuaalisten hahmojen kanssa. Inklusiivisuus ja avoin edistäminen (open-ended design) ovat nousseet keskeisiksi arvoiksi digitaalisessa vaatesuunnittelussa. Yhteisöllisyys on asetettu kilpailun edelle, kun pyritään luomaan ympäristöjä, jotka kannustavat avoimeen tiedonvaihtoon ja yhteistyöhön. Tällainen lähestymistapa mahdollistaa monimuotoisuuden ja erilaisten näkökulmien esiin tuomisen, mikä edistää luovuutta ja innovaatiota.

Pelko ammattialojen alas ajamisesta on olemassa, mutta digitaalinen vaatesuunnittelu tarjoaa myös laajentumisen mahdollisuuksia. Ammattitaidon monipuolistuminen ja muuttuminen ovat keskeisiä piirteitä, kun perinteiset roolit ja työnkuvat muuttuvat ja uusia taitoja ja osaamista korostetaan. Tässä kontekstissa ammat-

titaidon häviäminen ei ole välttämätöntä, vaan pikemminkin sen uudelleen määrittely ja sopeutuminen uusiin haasteisiin ja mahdollisuuksiin. Toisaalta digitaalisen vaatesuunnittelun yhteydessä on myös esiintynyt ilmiö, jota voisi kutsua viherpesuksi. Vaikka alan sisällä lähtökohdat ovat pehmeissä arvoissa kuten diversiteetin, inklusiivisuuden ja ekologisuuden vaalimisessa, on havaittavissa myös huonoja puolia, kuten vääristynyt todellisuus ja sen aiheuttamat kehonkuvahäiriöt. Esimerkiksi AR-filtterit ja kauneusihanteet voivat luoda epärealistisia odotuksia ja aiheuttaa psyykkistä kuormitusta. Ekologisuus ja energiankulutus ovat myös merkittäviä haasteita digitaalisessa muodissa. Vaikka pyritään vähentämään ympäristövaikutuksia, digitaalisen vaatesuunnittelun energiankulutus ja hiilijalanjälki voivat olla huomattavia. Tämä asettaa haasteita kestävä kehityksen näkökulmasta ja samalla herättää kysymyksen siitä, ovatko digitaaliset ratkaisut todella parempia vaihtoehtoja perinteiseen valmistukseen verrattuna. Tällä hetkellä ratkaisu ja ongelma ovat olemassa yhtä aikaa, kasvattaen kaikki ongelmia yhdessä.

Tekniikat virtuaalisen ihmisen tekemiseen tavoittava nykyään jo tietokoneen peruskäyttäjät ja sen toteuttaminen on tullut myös taloudellisesti mahdollisemmaksi. Monet toiminnot, kuten 3D-skannaus ja liikkeenkaappaus voidaan toteuttaa älypuhelimella. On olemassa paljon kehittyneitä character builder -ohjelmistoja, joissa digitaalisen ihmisen luominen on tehty erittäin helpoksi. Opinnäytetyötäni varten tekemäni tutkimus keskittyy enemmän alusta asti itse tehdyn hahmon luomiseen. Tekniikka on aikaa vievää ja sitä voisi verrata pienoismallien rakentamiseen, mutta se mahdollistaa persoonallisen tyylin ja realistisen vaikutelman. Digitaalisen ihmisen luomisessa on kyse yksityiskohdista, joiden kombinaatio ja kerrostaminen on avain realistisuuden illuusion

Ihmisyden luonteen ytimessä on luovuus, ja merkittävä osa luovuutta on kyky löytää suuria metaforia - symboleja, jotka edustavat jotain muuta. Ray Kurzweil, tunnettu keksijä ja futuristi, korostaa teoksessaan tämän prosessin merkitystä ihmisen ainutlaatuisena luovuuden lähteenä. Hän kuvailee ihmisen aivoja "metaforakoneistoksi", joka selittää, miksi olemme ainutlaatuisen luovia olentoja. Jokainen noin 300 miljoonasta kuviojen tunnistajasta aivokuorellamme tunnistaa ja määrittelee kuvion ja antaa sille nimen. Nämä kuvioitten tunnistajat kykenevät jopa 100 aktivoitumiseen sekunnissa, mikä tarkoittaa, että meillä on potentiaali

tunnistaa jopa 30 miljardia metaforaa sekunnissa. Jokainen näistä kuvioista on periaatteessa metafora, ja kun ne muodostavat toisen kuvion, tämä symboli puolestaan tulee osaksi toista kuvioa. Vaikka jokainen moduuli ei ole aktiivinen joka kierroksella, voidaan sanoa, että tunnistamme todellakin miljoonia metaforia sekunnissa. Kurzweil painottaa, että tämä kyky metaforien luomiseen on avain osa ihmisen luovuutta ja ainutlaatuisuutta, ja se on prosessi, jota voidaan hyödyntää myös digitaalisessa maailmassa, kuten Metaversessa.

Kun tarkastellaan Kurzweilin esittämää näkemystä ihmisen luovuudesta ja metaforien prosessoinnista, voidaan nähdä, että tämä kyky ei rajoitu vain yksittäisiin yksilöihin, vaan se heijastaa myös ihmiskunnan kollektiivista alitajuntaa. Ihmiset eivät ole ainoita luovia olentoja, vaan myös yhteisöt, kulttuurit ja jopa koko ihmiskunta ovat osallisia luovuuden ilmentymisessä. Taide, kulttuuri ja luovuus ovat olennainen osa ihmisen kokemusta ja ilmaisua, ja ne ovat vahvasti kytköksissä yhteiskunnalliseen kehitykseen ja ihmisten väliseen vuorovaikutukseen. Taide ja luovuus eivät ole vain harvojen etuoikeus, vaan ne kuuluvat kaikille ja voivat toimia yhdistävänä tekijänä ihmisten välillä.

LÄHTEET

Haikonen, P , O.A. 2017. Tietoisuus, tekoäly ja robotit. Art House Oy.

Kurzweil, R. 2013. How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed. Viking Penguin.

Leino, R. 2015. Tietokone muuttuu aivojen kaltaiseksi. Tekniikka & talous. Viitattu 13.2.2018. <https://www.tekniikkatalous.fi/tpaiva/tietokone-muuttuaivojen-kaltaiseksi-6235260>

MacDonald, C. 2017. 'Digital humans' created by AI will dominate Hollywood by 2045, experts say. Daily Mail. Viitattu 24.8.2020. <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4823812/Digital-humans-created-AI-dominate-Hollywood.html>

O'Connell, M. 2017. To Be a Machine. Adventures Amongst Cyborgs. Utopians, Hackers and the Futurists Solving the Modest Problem of Death. Granta Books.

Särmäkari, N. 2022. From a Tool to a Culture: Authorship and Professionalism of Fashion 4.0 Designers in Contemporary Digital Environments. Aalto Yliopisto.

Terry, H. 2018. A Primer on Digital Humans. Meet the lifelike creations gaining fame and followers in the real world. Viitattu 3.4.2018. <https://medium.com/@quharrison/everything-you-need-to-know-about-digital-humans-aaa4c73b7b04>

Unreal engine. 2017. Digital humans. Viitattu 1.2.2023. <https://docs.unrealengine.com/enus/Resources/Showcases/DigitalHumans>

Wikipedia artikkeli. Viitattu 10.1.2018. https://fi.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes

Nvidia Press Release. 2024. Viitattu 25.3.2024. <https://nvidia-aneews.nvidia.com/news/foundation-model-isaac-robotics-platform-2024>

Rory Cellan-Jones. BBC. 2014. Viitattu 1.3.2018. <https://www.bbc.com/news/technology-30290540>

Wikipedia artikkeli. Viitattu 20.4.2018. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Posthumanismi>

Wikipedia artikkeli. Viitattu 15.3.2018. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Monivedosmalli>

Wikipedia artikkeli. Viitattu 16.3.2018. [https://en.wikipedia.org/wiki/LIDA_\(cognitive_architecture\)](https://en.wikipedia.org/wiki/LIDA_(cognitive_architecture))

LIITTEET

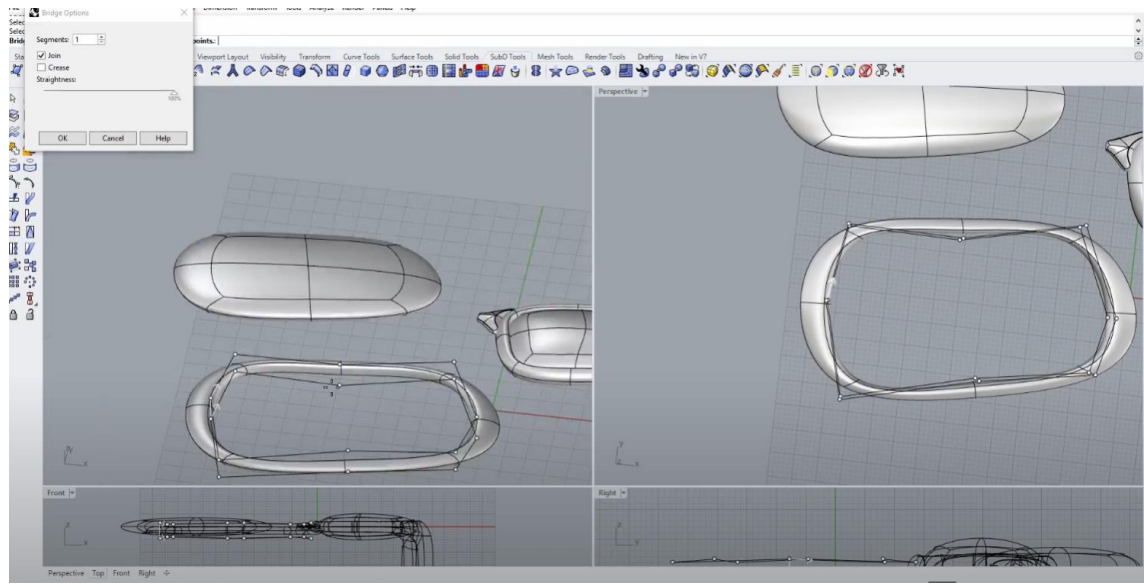
Liite 1. AR Try On -Demo

<https://drive.google.com/file/d/1cKZuZ6bkhwiKuJsPm50zqAGt65Gd3h2N/view?usp=sharing>

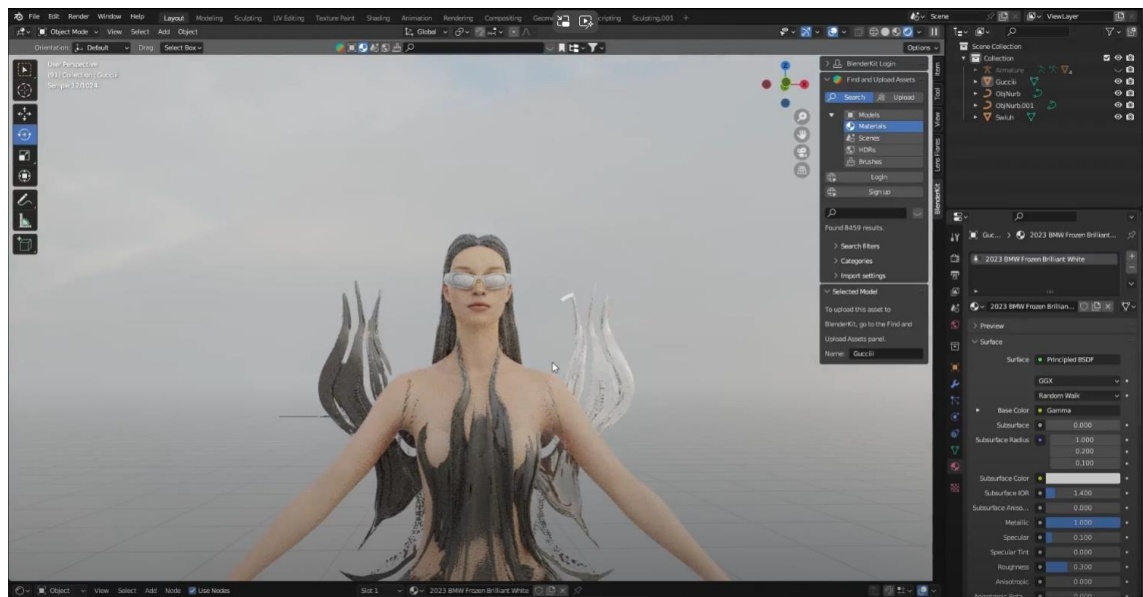
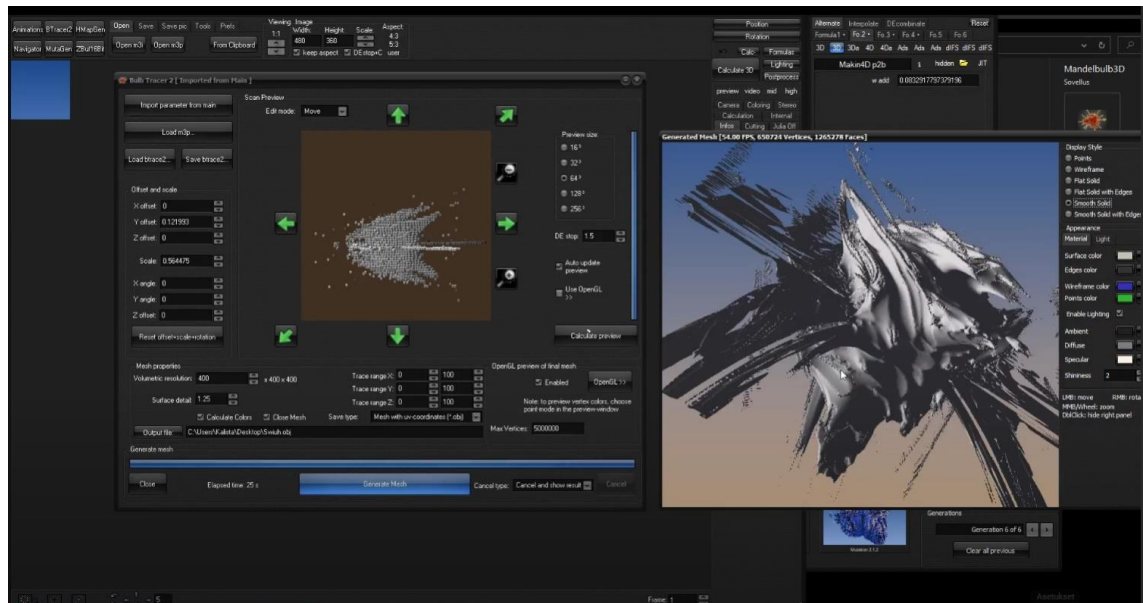


Liite 2. Aurinkolasien suunnittelua Rhinocerosissa

<https://drive.google.com/drive/folders/1pOe1oIUlqO4cgCXRjz25vVmWWs0CDUQ?usp=sharing>



Liite 3. Mandelbulb fraktaali generaattori asusteiden suunnittelussa
<https://drive.google.com/file/d/1VWscFHM3hStEBidz6Pr5ZavjGGpfx-K9/view?usp=sharing>



Liite 4. Timelapse asun luomisesta, CLO3D / Blender
https://drive.google.com/drive/folders/1l_RALnRi-LAF5csqSpZE405fVufKj2al2?usp=sharing

