

Johannes Impiö

**TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN GRAAFISEN
MUOTOILIJAN NÄKÖKULMASTA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2022

TIIVISTELMÄ

Impiö, Johannes

Tekoälyn hyödyntäminen graafisen muotoilijan näkökulmasta

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2022, 27 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin -tutkielma

Ohjaaja: Kuusio, Ari

Tekoälyn hyödyntämisen niin teollisuudessa kuin ihmisten arkikäytössä kasvavat jatkuvasti. Tekoälyn ohjelmistoja on alettu soveltamaan kasvavasti myös luovien alojen töissä, jonka avulla luovan alan tekijät ovat saaneet lukuisia mielenkiintoisia työkaluja itselleen. Uuden teknologian käyttöönotto tuo perinteisesti vastustusta niiltä, jotka kokevat oman nykyisen työnsä uhatuksi. Työn kuva kehittyy ja muuttaa muotoaan tekoälyn ansiosta ja samalla se luo myös uudenlaisia työtehtäviä ja työskentelytapoja. Tekoälyn käyttöönotto ja soveltaminen muotoilijan omiin työtehtäviin vaatii vahvaa ymmärrystä muotoilijan omasta alasta ja rohkeutta lähteä kokeilemaan uusia työkaluja luovan prosessin työvaiheissa. Tekoälyn ei ole tarkoitus poistaa muotoilijan työn roolia, vaan tarjota uusia mahdollisuuksia työskentelyyn ja tarjota luovalle työlle enemmän tilaa poistaen automatisoimalla yksinkertaiset, toistoa vaativat tehtävät. Tämä kirjallisuuskatsaus avaa tekoälyn hyödyntämisen mahdollisuuksia graafisen muotoilijan näkökulmasta ja tutkii tekoälyn käyttöönottoa luovien prosessien eri vaiheissa.

Asiasanat: Tekoäly, koneoppiminen, graafinen muotoilu, luova prosessi

ABSTRACT

Impiö, Johannes

Utilizing artificial intelligence from the perspective of a graphic designer

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2022, 27 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Kuusio, Ari

The use of artificial intelligence both in industry and in people's everyday use is constantly becoming scarce. AI software has also become increasingly applied in the work of the creative industries, which has enabled creators to get interesting tools for themselves. The introduction of new technologies traditionally brings resistance from those who feel threatened by their current work. The image of work develops and changes shape thanks to artificial intelligence, and at the same time, it also creates new kinds of tasks and working methods. The introduction and application of artificial intelligence to the designer's tasks requires a strong understanding of the designer's field and the courage to start working on new tools in the work phases of the creative process. AI is not an attempt to eliminate the role of the designer's work but to offer new work opportunities and provide more space for creative work, eliminating simple, repetition-intensive tasks by automating simple tasks that require repetition. This literature review opens up the possibilities of utilizing artificial intelligence from a graphic designer's perspective and explores the introduction of artificial hands at different stages of creative processes.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, graphical design, creative process

TAULUKOT

Taulukko 1. Tekoälyn termistöä.....	Error! Bookmark not defined.
Taulukko 2. Graafisen muotoilun termistöä.....	Error! Bookmark not defined.
Taulukko 3. Luovien prosessien vertailua	Error! Bookmark not defined.

KUVAT

Kuva 1. Tekoälyn, koneoppimisen ja syväoppimisen väliset suhteet. Nvidia. https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/	11
Kuva 2. Tietokoneen luomien kasvomallien kehitys. Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B. & Amodei, D. (2018). The malicious use of artificial intelligence: Forecasting, prevention, and mitigation.....	16
Kuva 3. Dall-E 2 ohjelmalla luotuja tekoälykuvia, perustuen ohjelmistolle syötettyyn tekstiin. Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C., & Chen, M. (2022). Hierarchical text-conditional image generation with clip latents.	Error! Bookmark not defined.

SISÄLLYS -

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVAT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
	1.1 Tutkimuskysymys ja tutkimusmenetelmät	7
	1.2 Tutkielman rakenne	8
2	TEKOÄLYN SEKÄ GRAAFISEN MUOTOILUN KÄSITTEET	9
	2.1 Tekoälyn termistöä	9
	2.2 Graafisen muotoilun termistöä.....	12
3	TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN	14
	3.1 Tekoälyn haasteet ja mahdollisuudet muotoilussa	16
	3.2 Tekoälyn rooli luovan prosessin vaiheissa	18
4	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	LÄHTEET	23

1 JOHDANTO

Digitalisaaation ja teknologian kehittymisen myötä ovat tekoäly, koneoppiminen ja syväoppiminen tulleet osaksi lähes kaikkien eri alojen käytänteitä. Tekoäly muuttaa niin työn muotoa kuin käsitystä työstä, samalla luoden uusia uudenlaisia työtehtäviä. Maailman talousfoorumin julkaisemasta *Future of Jobs* -raportissa vuodelta 2016 käsitellään neljännen teollisen vallankumouksen vaikutuksia. Raportin mukaan jopa 65 % tällä hetkellä peruskoulua käyvistä lapsista työskentelee työpaikoilla, joita ei ole vielä olemassa (World Economic Forum, 2016). Digitalisaation avulla uusia teknologisia kehityksiä ja sen luomia mahdollisuuksia voidaan hyödyntää myös eri yhteiskunnallisissa prosesseissa (Neittaanmäki, 2021).

Tekoäly voidaankin ymmärtää kokonaisuutena, joka ohjelmana kykenee itsenäisiin päätöksentekoihin ja joka pystyy ratkaisemaan sille annettuja ongelmia ja myös oppimaan niistä (Hiila, Hakola & Tukiainen, 2019). Tämä luo täysin uudenlaisen lähestymistavan teknologian hyödyntämiseen silloin, kun käyttäjäksi asetetaan luovan alan graafinen muotoilija. Tekoällyn, koneoppimisen ja syväoppimisen kehityksen myötä, on algoritmeja päästy hyödyntämään pienellä kynnyksellä myös luovien graafisten alojen tarpeisiin.

Digitaalisen vallankumouksen vaikutukset näkyvät myös graafisen muotoilun alaan ammatillisella tasolla. Teknisen kehityksen myötä se luo samalla myös täysin uuden toimintaympäristön amatööritason graafisten materiaalien tuotannossa (Winograd, 1996). David Autor (2014) kuvailee artikkelissaan, kuinka tietokoneistaminen on jo suurelta osin onnistunut korvaamaan rutiinimaisia töitä ja työpaikkoja vuosien 1999 ja 2007 välillä. Toisaalta abstraktit tehtävaintensiiviset työt puolestaan säilyivät tai kasvoivat, kun ihmisten tietämystä alettiin täydentämään tietokoneilla (Autor, 2014). Nykyään lähes kaikki graafisen tuotannon ohjelmistot hyödyntävätkin jollain tapaa tekoälyä ja se tuo uusia mahdollisuuksia.

Tässä tutkielmassa tutkitaan tekoällyn hyödyntämistä graafisen muotoilijan näkökulmasta. Tutkielmassa käydään läpi tekoällyn, koneoppimisen sekä syväoppimisen työkaluja ja tapoja, joita graafinen muotoilija pystyy hyödyntämään työssään. Tutkielman tarkoitus on tuoda yleiskatsaus alan tutkimuksesta

ja työkaluista, joiden avulla muotoilija voi saada ymmärryksen käytettävissä olevista teknologioista ja niiden soveltamisesta omaan työhön.

Motivaatio tutkielmalle löytyy henkilökohtaisesta kiinnostuksestani graafiseen muotoiluun oman Menettely Oy yritykseni kautta, jossa toimin toimitusjohtajana. Olen huomannut graafisen muotoilijan työssäni, kuinka käyttämäni ohjelmistot ovat alkaneet hyödyntää tekoälyä graafisten elementtien luomiseen erittäin sulavasti. Tämän myötä ammatillinen mielenkiintoni siihen, kuinka ohjelmat toimivat käyttöliittymän takaa, on herättänyt jo pitkään kysymyksiä.

1.1 Tutkimuskysymys ja tutkimusmenetelmät

Tutkielma toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksen päädyttiin tutkielmaan käytettävien aineistojen ollessa laajoja, ja tutkielman tarkoitus on toimia hyvänä yleiskatsauksena aiheesta. (Salminen, A. 2011)

Aiheen ollessa eri tieteenalaja yhdistävä, tutkielman lähteinä käytetään tieteellisiä artikkeleita niin tietojärjestelmätieteen kuin taiteiden tiedekuntien julkaisuista. Tutkielmassa käytettyä aineistoa on haettu pääasiassa Jykdokin, Google Scholarin sekä Janetin tietokannoista. Hakutermeinä on käytetty "tekoäly", "AI", "Artificial intelligence", "AI art", "generative adversarial networks" "Graphical Design", "Creative process" ja "AI Design".

Kirjallisuuskatsauksen lähteet pyrittiin valitsemaan siten, että ne täyttäisivät Julkaisufoorumin kriteerit. Lähteisiin on kuitenkin valittu myös julkaisuja, jotka eivät täytä julkaisufoorumin mukaista tasoluokitusta vielä tutkielman kirjoitusvaiheessa, mutta ne on tuotu tutkielmaan niiden tuoman sisältöarvon perusteella. Jotta tutkimuksen toistettavuus olisi helppo toteuttaa, on lähteet pyritty kuitenkin tarkastamaan Google Scholarin käyttämien viitemäärien avulla, jolla on voitu saada yleinen käsitys artikkeleiden julkaisu-arvosta.

Lisäksi tutkielma on käyttänyt lähteitä alan kirjallisuudesta, verkkosivuista ja niiden nettijulkaisuista. Tutkielman kirjoittajana koen näiden lähteiden mukaan ottamisen tärkeäksi sisällön kannalta, sillä se luo paremman kokonaiskäsityksen aiheesta. Lisäksi tieteellisten julkaisujen löytyminen uuden tutkimusaihealueen ympäriltä osoittautui haastavaksi, johtuen oletettavasti luovien alojen hitaammasta adaptaatiosta uuteen teknologiaan. Tapaukset, joissa olen joutunut käyttämään nettiartikkeleita, olen pyrkinyt valikoimaan julkaisut niiden julkaisijan merkittävyyden perusteella tekoälyn saralla. Näistä laadukkaina julkaisujoina esimerkkinä IBM sekä Nvidia. Tutkielman on tarkoitus vastata sille asetettuun tutkimuskysymykseen:

- *Miten tekoälyä hyödynnetään graafisen muotoilijan näkökulmasta*”.

Pitäkseni tämän opinnäytetyön kandidaatin tutkielma rajoissa, olen rajoittanut tutkimuskysymysten määrän vain yhteen. Tutkielman tarkoituksena ei ole lisätä kaikkia käyttöesimerkkejä tekoälyn hyödyntämisestä graafisen muotoilun

mahdollisuuksista, vaan luoda yleiskäsitys nykypäivän teknologiasta ja tämän hetken käytänteistä.

Tutkimuskysymys on rajattu luovista aloista erityisesti graafiseen muotoiluun, jonka avulla pystytään rajaamaan työkalujen ja ohjelmistojen suurta määrää, joita hyödynnetään luovien alojen työssä.

1.2 Tutkielman rakenne

Tutkielma koostuu kolmesta sisältökappaleesta. Nämä luvut sisältävät johdannon, kaksi sisältölukua, sekä yhteenvedon. Ensimmäinen sisältökappale pitää johdannon lisäksi sisällään myös keskeisiä määritelmiä tekoälyn ja graafisen muotoilun alalta.

Toisessa sisältökappaleessa käydään läpi tekoälyn historiaa luovien alojen näkökulmasta, tutkitaan läpi käytänteitä, miten tekoälyä hyödynnetään luovilla aloilla sekä käsitellään tekoälyn käyttöönottoa luovan prosessin vaiheissa.

Viimeisessä sisältökappaleessa käydään läpi yhteenveto tutkielman tuloksista, sekä esitetään listaus työkaluista, joilla graafinen muotoilija voi päästä kokeilemaan tekoälyn työkaluja.

2 TEKOÄLYN SEKÄ GRAAFISEN MUOTOILUN KÄSITTEET

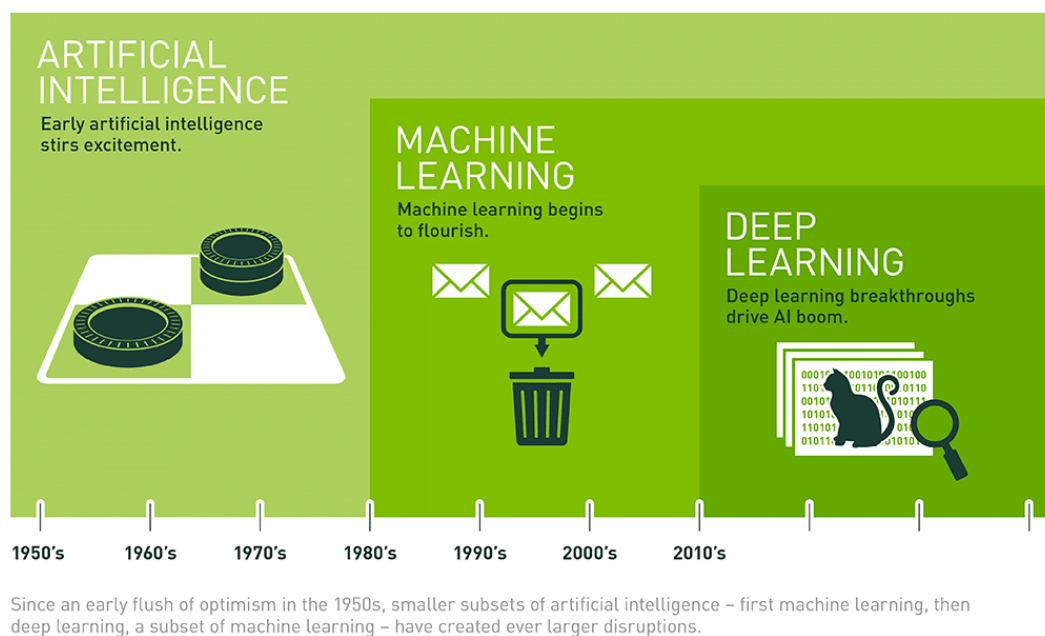
Tämä kappale käsittelee tekoälyn sekä graafiseen muotoiluun liittyviä käsitteitä ja termistöä. Tekoälyn määrittelyssä keskitytään koneoppimisen, syväoppimisen ja generatiivisen tekoälyn liittyviin termeihin sekä käsitteisiin.

Graafisen muotoilun määrittelyssä keskitytään luovien alojen määrittelyyn, graafisen muotoilun toimenkuvaan ja muotoilijan työkuvauksiin sekä luovan työn eri vaiheisiin. Määritelmässä pyritään painottamaan suomenkielisiä käsitteitä, jossa käsitteiden kielellinen kuvaus ja sanat toimivat käsitteiden niminä (Hirsjärvi et al., 2002).

2.1 Tekoälyn termistöä

Tekoälyä ja sen osa-alueita on alettu hyödyntämään laajasti luovilla aloilla. Tekoälyä voidaan valjastaa tekemään muotoilun toistuvat työtehtävät, kuten tietyn kuvajoukon piirtoalueen muuttaminen toiseksi. Samankaltaisia ominaisuuksia voidaan käyttää graafisessa muotoilussa esimerkiksi siihen, että ylivalottuneet kuvat poistetaan ohjelmistolle syötetystä kuvajoukosta pois. Syväoppimista pystytään puolestaan valjastamaan kasvojen tunnistamiseen ja sen myötä kuvasarjojen kategorioimiseen niissä esiintyvien henkilöiden perusteella.

Kuva 1. Tekoälyn, koneoppimisen ja syväoppimisen väliset suhteet (Copeland, 2016)



Tekoälyn, koneoppimisen ja syväoppimisen kehityksestä ja suhteisiin on yhdysvaltalainen grafiikkateknologia-alan yritys Nvidia luonut havainnollistavan kuvan (Copeland, 2016). Kuvan avulla voidaan ymmärtää tekoälyn historia ja tulevaisuus, sekä kuinka tekoälyä on voitu alkaa hyödyntämään arkielämän käytössä. Tässä tutkielmassa käytettyjä tekoälyn keskeisimpiä termejä on avattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Tekoälyn termistöä

Määritelmä	Selvitys
Tekoäly	Tietokone tai sen ohjelma, joka on ohjelmoitu jäljittelemään ihmisen ongelmanratkaisukykyä, ja jonka avulla se pystyy tekemään sille määrättyjä tehtäviä, jotka normaalisti vaatisivat ihmisen älykkyyttä.
Koneoppiminen	Tekoälyn yksi osa-alue, jossa ohjelmiston algoritmeja käytetään tietojen analysointiin sekä oppimiseen, ja sen pohjalta halutun tiedon määrittäminen ja ennustaminen (Domingos, 2012).
Syväoppiminen	Tekoälyn ja koneoppimisen osa-alue, jossa ohjelma voi oppia ja parantaa käsityksiään keinotekoisien neuroverkkojen avulla, jotka on suunniteltu jäljittelemään ihmisten ajattelu ja oppimiselle, ja tämän myötä tekemään täsmäviä, syväoppimisen tietokantoihin perustuvia päätöksiä (Kelleher, 2019).
Ohjaamaton oppiminen	Koneoppimisen muoto, jossa on tavoitteena tunnistaa aineistosta yhtäläisyyksiä tai säännönmukaisuuksia. Ohjattuun oppimiseen verrattuna, ohjaamattomassa oppimisessä ei ole kohdepiirteitä, joita tekoäly pyrkii tunnistamaan (Kelleher, 2019).
Ohjattu oppiminen	Koneoppimisen muoto, jossa merkittävät tietojoukot käytetään kouluttamaan algoritmeja, jotka voivat luokitella tietoja ja ennustaa tarkkoja tuloksia (IBM, 2022).
Generatiivinen tekoäly	Generatiivisia ohjelmistoja, jonka avulla tietokoneet voivat oppia syötteeseen liittyvän kuvion, ja luoden sen avulla samanlaista sisältöä (Huzafah, 2020).
Generatiivinen kilpaileva verkosto (GAN)	Koneoppimismalli, jossa kaksi neuroverkkoa kilpailee keskenään minimax-peliteorian mukaisessa skenaariossa saadakseen tarkempia ennusteita (Wang et al., 2019).

2.2 Graafisen muotoilun termistöä

Ymmärtääksemme paremmin tutkielman koneoppimisen käyttäjäryhmää, meidän on määriteltävä luovien alojen sekä graafisen muotoilun termistöä. Suomi tarjoaa laajat mahdollisuudet opiskella graafista muotoilua. Yliopistotasosta koulutusta graafisessa suunnittelussa voi Suomessa opiskella Lapin yliopiston taiteiden tiedekunnassa ja Aalto-yliopistossa. Yliopistoissa suoritettavat tutkinnot ovat taiteen kandidaatin tutkinto (TaK) sekä taiteen maisterin tutkinto (TaM) (Graafinen.com, 2022).

Ammattikorkeakoulut, jotka kouluttavat graafiseen suunnitteluun ja medianomin ammattinimikkeeseen ovat Lahden Muotoiluinstituutti, Vantaan Metropolia ammattikorkeakoulu, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Turun ammattikorkeakoulu sekä Oulun ammattikorkeakoulu. Tämän lisäksi graafiseksi suunnittelijaksi voi opiskella yksityisessä Helsinki Design School -koulutusohjelmassa.

Vaikka Suomen korkeakouluissa koulutetaankin laajasti graafista muotoilua, voi graafista muotoilua harjoittaa kuitenkin myös ilman ammattinimikettä. Historian suurimpana teknisenä kehitysaskeleena voidaan pitää Macintosh-tietokoneiden ja niiden käyttämien graafisten käyttöliittymien saapumista suuren yleisön saataville. Uusien järjestelmien ja niihin yhdistetyn uuden tulostusohjelman Postscriptin mahdollisuus käyttää lasertulostimia loi uudenlaisen prosessin materiaalien julkaisulle. Desktop Publishin (DTP) myötä oli ohjelmiston avulla ensimmäistä kertaa mahdollista, että pelkästään yksi henkilö pystyi vastaamaan koko muotoilun prosessista, käytettävien materiaalien valmistelusta, muokkaamisesta ja järjestämisestä (Lysakowski, 2017).

Ohjelmistojen kehittyminen kotikoneilla toimiviksi ja uudet ilmaiset Web-pohjaiset suunnittelutyökalut ovatkin mahdollistaneet monen itsenäisen työkentelyn ilman koulutusta. Nykyisten hyvien ohjelmistojen ja niiden helppokäyttöisyyden vuoksi voisikin sanoa, että jokainen pystyy olemaan graafinen muotoilija omalta tietokoneeltaan.

Tässä tutkielmassa käytettyjä graafisen muotoilun keskeisimpiä termejä on avattu seuraavassa taulukossa 2.

Taulukko 2. Graafisen muotoilun termistöä

Määritelmä	Selvitys
Luovat alat	Suomessa luoviin aloihin lasketaan kymmenestä viiteentoista alaa esimerkiksi elokuva- ja tv-tuotanto, muotoilupalvelut, peliala ja markkinointiviestintä palvelut (AGMA, 2022). Luovien alojen tarkka ja pysyvä määrittelyminen voi olla kuitenkin välillä vaikeaa, koska luovat alat kehittyvät ja muokkautuvat jatkuvasti.
Graafinen Muotoilija	Graafinen muotoilija on graafinen visualisoija, joka tuo viestin näkyväksi graafisen työkalujen keinoilla.
Graafinen muotoilu	Graafinen muotoilu voidaan määritellä ongelmanratkaisuksi visuaalisessa viestinnässä, jota graafinen Muotoilija suunnittelee ja toteuttaa (Amstron, 2016).
Luovat prosessimallit	Muotoilijan työssä käytetyt prosessimallit, jossa luovan työn vaiheet on pilkottu eri työvaiheisiin.

3 TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN

Puhuttaessa tekoälystä, on tyypillistä aloittaa sen ensimmäisestä kehittäjästä, 1940-luvulla toimineesta matemaatikko Alan Turingista. Hänen työnsä toisen maailmansodan aikaiselle Britannialle koodinmurto-operaatioiden kanssa johtivatkin ensimmäisen sähkömekaanisen tietokoneen, The Bomben, keksimiseen (Haenlein & Kaplan, 2019).

Sodan jälkeen Turing piti luentoja ja kirjoitti tekoälyn ehkä kuuluisimmista artikkeleista *Computing Machinery and Intelligence* (Turing, 1950). Artikkelissaan hän esitteli useita ideoita, joista on ajan saatossa tullut yleisiä käsitteitä tekoälyn alalla. Näistä ehkä parhaimpana esimerkkinä on *Imitation game* -testi, jolla mitattiin ihmisen älykkyyttä koneeseen verrattuna (Russell & Norvig, 2002). Myös Turingin testinä tunnettu *Imitation Game* asettaa kokeessa käytettävälle koneelle tyydyttävän älykkyyden määritelmän, jos ihminen ei voi kirjallisten kysymysten jälkeenkään päätellä, tulevatko kirjalliset vastaukset tietokoneelta vai ihmiseltä (Russell & Norvig, 2002). Tekoälyn ensimmäisiä onnistuneita ja sen myötä myös kuuluisimpia näytteitä puolestaan oli Arthur Samuelin 1950-luvulla kehittämä tammi-peliä pelaava tietokoneohjelma (Michalski et al., 2013).

Alpaydin (2020) määrittelee kirjassaan koneoppimisen olevan nykymaailman trendikkäimpien teknologioiden takana. Lähes kaikki nykypäivän sovellukset käyttävätkin koneoppimisen työkaluja ohjelmistoissaan, joiden avulla käyttäjän kokemus sovelluksista on parantunut merkittävästi viimeisten vuosikymmenten aikana.

Graafisen muotoilun historia juurtaa juurensa 1800-luvun alun Ranskaan. Siellä modernin graafisen muotoilun ja suunnittelun teoreettiset käsitteet alkoivat syntyä *Avant-garde* -liikkeen sisällä (Armstrong, 2009). Teknologisen kehityksen myötä graafinen muotoilu on siirtynyt yhä enemmän käyttämään tietokoneita muotoilutehtävissään.

Tekoälyn käyttö graafisen muotoilun alalla nopeutui merkittävästi GAN-verkkojen syntymisen myötä (Goodfellow et al., 2014). GAN-järjestelmistä on nopeasti tullut kykenevämpiä GAN-algoritmien muutosten, taustalla olevien syväoppimisalgoritmien parannusten ja taustalla olevien syväoppimishjelmistojen ja laitteistoinfrastruktuurin parannusten ansiosta. Teknologisen kehityksen

myötä onkin saatu luotua entistä korkearesoluutioisempia tuloksia, jonka avulla pystytään luomaan realistisempia kuva- ja videotuotoksia.

Kuva 2. Tietokoneen luomien kasvomallien kehitys (Brundage et al., 2018)



GAN:illa kehitettyjä tuotoksia voidaan käyttää esimerkiksi erilaisissa sovelluksissa, kuten kuvasynteesissä, semanttisessa kuvankäsittelyssä, tyylin siirrossa ja kuvan retusoinnissa (Creswell et al., 2018). Goodfellowin (2016) mukaan lähes kaikki nykypäivän GAN:illa tehdyt työt perustuvat jokseenkin DCGAN arkkitehtuuriin. Tekoälyn työkaluja käyttävä graafinen muotoilija pystyy hyödyntämään GAN:illa luotua kuvamateriaalia esimerkiksi rakentamalla oman kuva-arkiston itse luoduista ja omistamistaan töistä.

Viime vuosina saavutetut tärkeät tekniset edistysaskeleet teknologiassa ovat myös tukeneet kasvavaa kiinnostusta tekoälytaidetta kohtaan (Cetinic, 2022). Todennäköisesti tunnetuin GAN-tyylillä valmistetusta taideteoksesta nykytaiteiden maailmassa on ranskalaisen *Obvious*-yhteisön teettämä muotokuva, *Portrait de Edmond de Belamy*, joka myytiin Christiensin taidehuutokaupassa vuonna 2018 huikealla 432.000 dollarin hinnalla (artnet.com, 2018). Teoksen myynti aiheuttikin paljon keskustelua teoksen esteettisyydestä ja käsitteellisestä merkityksestä, teoksen suuri myyntihinta luo tärkeän virstanpylvään tekoälyllä tuotetun taiteen historiassa.

3.1 Tekoälyn haasteet ja mahdollisuudet muotoilussa

Väittely käsityöläisten ja teollisesti toteutetun muotoilun välisestä suhteesta on alkanut teollisuuden vallankumouksen aikoihin. Tällöin tavaroiden massatuotanto alkoi herättää taiteilijoiden vihamielisyyttä teollisuustuotteita kohtaan. Yksi ensimmäisistä tuotteista, jotka loivat taiteilijoiden piirissä vastustusta, olivat tapettikuvat. Ne vähensivät sisustustyössä artistin roolia (Irwin 1991). Samankaltaista murrosta voidaan havaita myös tekoälyn tullessa muotoilun maailmaan. Uusien teknologioiden ja toimintatapojen suhteen onkin monen muotoilijan näkemys mahdollisuuksista ja muutoksista säilynyt negatiivisena. Luovan alan tekijät voivat kokea uuden tekniikan uhkana heidän työskentelylleen. Onkin yleistä, että teknologian kehitykseen suhtaudutaan kuitenkin hyvin usein epäilevästi, kun se liittyy robottien käyttöönottoon ja mahdolliseen pelkoon työpaikkojen menetyksestä (Hiila et al., 2019). On kuitenkin syytä muistaa ajatus, että kehittyneiden teknologioiden myötä syntyy myös runsaasti uusia työpaikkoja, joita ei ole aikaisemmin ollut olemassa. (Hiila et al., 2019.) Myös Valtioneuvoston luoma *Luovan talouden tiekartta* (2020) näkee uudessa teknologiassa ja muutoksessa mahdollisuuksia. Julkaisun mukaan digitalisaatio mahdollistaa uudenlaisien liiketoimintamallien syntymisen, jonka seurauksena keskeisten luovien alojen toimijoiden rooli voi vaihtua ja siirtyä uusille aloille. (Valtioneuvosto, 2020).

Tekoälyn tuomat mahdollisuudet ovat kuitenkin monen tutkijoiden mielestä positiivisia. Tselentiksen (2017) mukaan, tehtävien automatisointi antaa suunnittelijoilleen mahdollisuuden viettää enemmän aikaa hyödyntämään muotoilun lisäarvoa, jonka ihmisen kognitiiviset kyvyt voivat tarjota omaperäisyydessä, oivalluksissa sekä luovuudessa. Tämä edellyttää kuitenkin muotoilijalta pohjustusta ja omaa alkutyötä, jolloin muotoilija joutuu näkemään vaivan kouluttaessaan tekoälyä tekemään toistoa vaativia työtehtäviä. Tämän avulla kuitenkin yksinkertaisten automatisointia vaativien tehtävien myötä voidaan säästää jopa 20 % päivittäisestä työajasta (Teixeira, 2017).

Myös Manovich (2018) näkee tekoälyn työkaluna, joka laajentaa ihmisen luovia kykyjä. Hänen mukaansa ihmisasiantuntijat tekevät yleensä lopulliset päätökset lopputuloksesta, tai vaihtoehtoisesti tekevät todellista tuotantoa tekoälyn luomien ideoiden ja median perusteella. Uuden työkalun tehokkuutta voisi myös mielestäni tehostaa tuomalla uusia ideoita perinteisten graafisen muotoilun ulkopuolelta. Tätä ajatusta tukee myös Risku (2010) jonka mukaan designiin on hyvä tuoda myös uutta innovaatiota esimerkiksi autoteollisuuden muotoilusta, käsi- ja taideteollisuudesta, arkkitehtuurista ja draamasta.

On myös hyvä pohtia, voidaanko tekoälyn luomat kuvat luokitella itsessään taiteeksi tai omiksi töikseen. Coeckelbergh väittää (2017), että tekoälyn tuottamat tuotteet voidaan liittää "taiteen" käsitteeseen, joka täyttää sekä objektiiviset että subjektiiviset kriteerit. Jos on olemassa objektiivisia kriteerejä, jotka määrittävät taiteen, siitä seuraa, että tekoäly voidaan helposti rakentaa luomaan kriteereihin sopivia tuotteita. Taidemaalausten arviointi on vaikea ja subjektiivinen

prosessi (Sargentis, 2020), mutta matemaattisilla algoritmeilla toteutettavat taidemaalauksen arvioinnit ja luokittelut ovat jatkuvasti lukuisten uusien julkaisujen aiheena (Cetinic, 2018; Cetinic 2019; Castellano 2020).

Eettisiksi ongelmiksi voidaan myös nähdä tekoälyn kyky luoda photorealistisia kuvia. Ajankohtaisena esimerkkinä on OpenAI:n kehittämä Dall-E 2 -ohjelma, joka pystyy luomaan kuvia sille syötetyn tekstin perusteella (Ramesh et al., 2022). Dall-E 2:n käyttämästä neuroverkosta tekee erityisen tehokkaan myös se, kuinka se pystyy luomaan luotujen asioiden ja esineiden välille suhteita. Kuvien realismia ja neuroverkon tehokkuutta kuvaa se, että sitä ei ole haluttu jakaa tutkielman kirjoitushetkellä vielä julkiseen käyttöön. OpenAI on todennut että sovellus voi olla vaarallinen, mikäli sitä aletaan käyttää harhaanjohtavaa sisältöä kuten Deepfake -materiaalia (Mishkin, 2022).

Kuva 3. Dall-E 2 ohjelmalla luotuja tekoälykuvia, perustuen ohjelmistolle syötettyyn tekstiin (Ramesh et al., 2018)



Tekoälyä käyttävät muotoilijat ja taiteilijat voivat myöskin saada uudenlaisia työkaluja käyttöönsä. Taide voikin esittää vapaammin erilaisia kysymyksiä kuin muut tieteellisen tutkimuksen alat, ja tämän avulla taide voisikin kehittää keinoja ja ratkaisuja esimerkiksi yhteiskunnallisiin ongelmiin (Koskinen, 2009). Tekoälyllä luotua taidetta ja muotoilua tuotettaessa on hyvä muistaa, että koneet eivät vielä osaa ajatella samalla tavalla kuin ihmiset, eivätkä niiden tarpeet taiteen luomiselle synny samoista lähtökohdista kuin ihmisen.

Sargentiksen mukaan (2020) taiteilijoiden luomien taidemaalausten loppuleman odotetaan monesti olevan laadultaan niin korkeaa, että sitä voidaan verrata luonnon monipuolisuuteen. Siksi taiteilijoiden luomien rakenteiden odotetaan olevan myös erittäin monimutkaisia, koska niitä tuottavat lukuisat inhimilliset (esim. logiikka, vaisto ja tunteet) ja ei-inhimilliset (esim. maalit, paperit, työkalujen käyttö) prosessit, jotka ovat vuorovaikutuksessa monimutkaisella tavalla (Sargentis, 2020).

Suunnittelija-historoitsija Barry Katz (1997) toteaa hyvin ”*Suunnittelijan olevan se, joka valjastaa uuden teknologian ja antaa sen ihmisten käyttöön*”. Hänen mukaansa suunnittelun tehtävänä on tehdä uusista teknologioista mahdollisimman helppokäyttöisiä ja hyödyllisiä ihmisille, koska heidän ei ole tarpeen ymmärtää, miten teknologia toimii (Katz, 1997). Tämä voisi olla myös muotoilijan hyvä muistaa valjastaessaan tekoälyä käyttöönsä. Vaikkei muotoilija ymmärtäisikään teknologian kokonaisrakennetta, ei sen tarvitse olla esteenä teknologian käytölle luovassa työssään. Van der Heijden (2004) poikittaistutkimuksen tulokset tukevat sitä hypoteesia, että ohjelmiston helppokäyttöisyys ja kautta koettu nautinto ovat vahvempia käyttöaikomuksia määrääviä tekijöitä kuin ohjelmiston havaittu hyödyllisyys (van der Heijden, 2004).

Muotoilijan ottaessaan uuden siveltimen käyttöönsä, hän harjoittaa kätensä käyttämään työkaluaan niin, että se hyödyntää häntä halutulla tavalla maalausta luodessaan. Tekoälyn roolista muotoilijan työkaluna luovuudessa, voidaankin miettiä, että taiteilija valitsee ja kouluttaa tekoälynsä luomaan tekijänsä näköisen taideteoksensa. Suunnittelututkija Nigel Cross väittää (2001), että kun yritämme toistaa ihmisen suunnitteluprosesseja koneen avulla, voimme laajentaa myös ymmärrystämme suunnittelijoiden ajattelusta.

3.2 Tekoälyn rooli luovan prosessin vaiheissa

Seuraava askel tekoälyn käyttöönotossa muotoilijalla on päätös, mihin luovan prosessin vaiheeseen hän haluaa hyödyntää tekoälyn työkaluja. Luovan prosessin vaiheita voidaan käsitellä ja vertailla niihin perustuvassa tutkimuksessa.

Wallas (1926) rakentaa klassiset luovan prosessin vaiheet valmistelu-, hautomis-, valaistus- ja todentamisvaiheisiin. Wallasin nelivaiheinen luovan prosessin mallia käytetään yleisesti luovuuden tutkimuksen perusteoksina. (Sadler-Smith, 2015). Macen ja Wardin (2002) tutkimuksessa puolestaan haastateltiin 16 kuvataiteilijaa, jossa taiteilijat avasivat heidän työprosesseistaan alustan loppuun saattamiseen. Tässä tutkimuksessa hän päätyi jakamaan prosessin vaiheet taideteoksen suunnitteluun, idean kehittämiseen, taideteoksen tekemiseen sekä teoksen ja sen tarkkuuden viimeistelyyn. Risku (2021) painottaa omissa prosessin vaiheissaan vaiheita luovan taiteilijan ja teoreettisen ajattelun kannalta. Riskun luovan prosessin vaiheet ovat idea, synty, työstö, teos, teoksen elämä, teoria ja olemus. Luovan prosessin vaiheita kolmen tutkijan näkemyksistä avataan taulukossa 3.

Taulukko 3. Luovien prosessien vertailua

Wallas 1926	Risku 2021	Mace et al. 2002
1. Preparation – Valmisteluvaihe	1. Idea, Conception – Idea	1. Artwork Conception – Taideteoksen suunnittelu
2. Incubation – Hautomisvaihe	2. Birth, Genesis, Design – Synty	2. Idea Development – Idean kehittäminen
3. Illumination stage – Valaistumisen vaihe	3. Craft, Realization – Työstö	3. Making the Artwork – Taideteoksen tekeminen
4. Verification stage – Todentamisvaihe	4. Entity, Artifact – Teos	4. Finishing the artwork and resolution – Teoksen ja tarkkuuden vii- meistely
	5. Autonomous, Entity – Teoksen elämä	
	6. Theory, Philosophy – Teoria	
	7. Essence, Quiddity – Olemus	

Vertailussa voidaan huomata yhtäläisyyksiä sekä päällekkäisyyksiä. Risku (2021) painottaa omissa vaiheissaan iteraatiota sekä muotoilijan kehittymistä prosessin aikana. Hänen mallinsa mukaan viimeisen vaiheen jälkeen tekijä ja teos voivat hyödyntää edellisen kierroksen tuloksia ja oppeja uuden vaiheen toteutuksessa, kun puolestaan Wallasin ja Macen et al. prosessit keskittyvät vain yhteen prosessikierrokseen, joka päättyy, kun teos on valmis.

Eroavaisuudet määritelmässä voivat johtua myös henkilöiden ammatillisista taustoista. Graham Wallas oli ammatiltaan taiteen teoreetikko, sosiaalipsykologi ja poliitikko (Britannica, 2022). Risku on niin taideteoreetikko kuin toimiva arkkitehti, taiteilija, käsityöläinen ja teollinen muotoilijakin (Risku, 2021). Hän menee luovan prosessin määritelmässään pidemmälle kuin Wallas ja Mace et al. nähdessään teoksen erillisenä ja itsenäisenä artefaktina. Valmis teos jatkaa luovaa prosessia sekä tekijälle että teokselle itselleen.

Tämänkaltaisia prosessimalleja voidaan löytää tietojärjestelmätieteestä ja sen alaisesta Design Science tutkimuksesta. Siinä oleellisia osia ovat teoksen suunnittelu, sen muodollinen eritelmä ja sen hyödyllisyyden arviointi, usein verrattuna vastaavanlaisiin kilpaileviin esineisiin (Hevner, 2004). Shirley (2007) näkee, että tietojärjestelmätieteessä yhdistelevien esineiden suunnitteluun liittyy myös teknologian ylittäviä suunnitteluvaiheita. Hänen mukaansa suunnitteluvaiheet ovat kontekstuaalisten ja muotoilutyövaiheiden vuorovaikutuksessa koko suunnitteluprosessin ajan (Gregor, 2007).

Suunnitteluprosessimallit jatkavat kehittymistään uusien teknologioiden, markkinoiden sekä organisaatiomallien myötä, eikä täten yhtä yleistä kaikille sopivaa suunnitteluprosessimallia tulla tuskin koskaan näkemään. (Bobbe et al., 2016).

Teorian rooli ja sen suhde muotoiluun on edelleen tietojärjestelmätieteessä tutkimusten aiheena, sillä tieteellisen suunnittelun roolia ei ole pystytty yksiselitteisesti määrittämään (Gregor & Hevner, 2013; Lee et al., 2012). Kuitenkin keskittyminen pelkästään tähän aiheeseen on saattanut varjostaa muotoilijan oman tiedon merkitystä, jota tutkittu laajalti muotoilukirjallisuudessa (Lee et al., 2015). Leen mukaan suunnitteluprosessi voikin olla sotkuinen, sekava, moniulotteinen ja ongelmallinen.

Graafisen muotoilijan on hyvä arvioida tekoälyn työkalujen tarve pohjautuen siihen, mitä prosessinmallia hän haluaa lähteä kehittämään tai haastamaan. Mielestäni rohkea kokeilu edesauttaa ymmärrystä tekoälyn mahdollisuuksista, ja vaikka tekoälyn ohjelmistoilla toteutettu lopputulema ei olisikaan halutunlainen, voi se antaa kuitenkin muotoilijalle käsitystä ja innovaatioita muille käyttöesimerkeille.

4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tutkittiin tekoälyn hyödyntämistä graafisen muotoilijan näkökulmasta. Tutkielma pohjautuu tieteellisiin tutkimuksiin ja aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen.

Johdantoluvussa tarkasteltiin digitalisaation ja tekoälyn tuomia uusia mahdollisuuksia. Tässä huomattiin, että uuden teknologian tuomat haasteet ja mahdollisuudet ovat löydettävissä myös luovilta aloilta. Tämä edesauttoi tutkielman aiheen näkökulmasta ymmärtämään luovan digitaalisen vallankumouksen merkityksen. Tämän lisäksi kappaleessa käytiin läpi tutkimusmenetelmiä sekä tutkielman rakennetta.

Toisessa sisältöluvussa tarkasteltiin tekoälyn ja graafisen muotoilun historiaa ja käsitteitä. Tutkielmassa käytettävän termistön lisäksi käsitteitä avattiin niin, että ne sisälsivät myös käytännön esimerkkejä muotoilijan näkökulmasta.

Kolmannessa sisältöluvussa käsiteltiin tekoälyn hyödyntämistä graafisessa muotoilussa, sekä pohdittiin myös uuden teknologian aiheuttamaa vastustusta muotoilijoiden piireissä. Haasteisiin pyrittiin vastaamaan tarjoamalla tekoälyn tuomia mahdollisuuksia. Lisäksi voitiin havaita, että uuden teknologian kynnyksellä vastustaminen on ollut historian valossa useasti havaittu vaihe (Hiila et al., 2019; Irwin 1991). Tämän lisäksi luvun lopussa pohdittiin, mitkä ovat luovan prosessin vaiheita joihin muotoilija pystyy soveltamaan tekoälyn työkaluja tarpeidensa mukaan. Suunnitteluprosessien jatkuvan kehittymisen myötä ei kuitenkaan voitu löytää yhtä kaikille sopivaa mallia (Bobbe et al., 2016).

Pohjautuen kirjallisuuskatsauksen tuloksiin, pystytään vastaamaan sille asetettuun tutkimuskysymykseen, *Kuinka tekoälyä hyödynnetään graafisen muotoilijan näkökulmasta*. Tekoälyä voikin esittää muotoilijalle työkaluksi tuottavammalle ja luovuuteen innostavalle työskentelylle. Huomioitavaa kuitenkin on se, että tekoälyn käyttö on vain osa muotoilun kokonaisuutta ja vain yksi työkalu muotoilijan toiminnalle, eikä tekijänsä korvaaja. Tämä myötä tekoäly onkin hyvä nähdä uusien mahdollisuuksien luojana ja tekemiseen innostavana elementtinä, eikä uutena, itsenäisenä tekijänä.

Tekoälyn avulla graafista muotoilua ja tuotantoa voidaan helpottaa ja sen avulla taiteilija saa uusia ennennäkemättömiä mahdollisuuksia käyttöönsä.

Muotoilijalle uuden työkalun käyttöönottoon vaikuttaa kuitenkin monet muutkin tekijät kuin pelkästään sen tuomat mahdollisuudet. Useimmiten tietojärjestelmien laatuun vaikuttavat niiden ominaisuudet, kuten helppokäyttöisyys, käyttöliittymän ominaisuudet sekä hakumekanismien joustavuus ja tehokkuus (DeLone & McLean, 1992). Tästä voikin päätellä, että olkoon uusi työkalu kuinka tehokas tahansa, menettää se hyötynsä, kun muotoilijat eivät pääse kokeilemaan sen ominaisuuksien pienen kynnyksen periaatteella.

Tutkielmassa onnistuttiin löytämään yhtenäisiä tekijöitä digimurroksen haasteista luovilla aloilla, mutta tuomaan ymmärrystä uudesta työtavasta. Tutkimuksessa myös havainnollistettiin, että vaikka tekoäly ei tulisikaan aktiivisesti luovan työn prosesseihin, voi se tarjota luovalle työlle enemmän aikaa automaattisella yksinkertaisella, toistoa vaativat tehtävät (Tselentis, 2017).

Tutkielman tekstin viimeistelyvaiheessa havaitsin, että tutkielmaan olisi voitu tuoda laajemmin sisältöä Scopusin hakupalvelulla, mikä olisi nostattanut lähdeluettelon painotusta enemmän tieteelliseksi.

On kuitenkin havaittava, että tutkielman aiheeseen liittyvä suomalainen tutkimus on tällä hetkellä hyvin rajallista, mikä rajoitti paljon aiheeseen liittyvän sisällön löytämistä. Tämä kuitenkin osoittaa aiheen tarpeellisuuden, ja olisi mielenkiintoista luoda luovien aloille yhtenäistä ohjeistusta, jonka avulla luovien alojen työntekijät pääsisivät kokeilemaan uusia tekoälyn työkaluja ja työskentelytapoja. Ja mikäli tekoälyn työkalut eivät tulisikaan kaikkien taiteilijoiden työkalupakkiin käytettäväksi, voisi tieto niiden käyttömahdollisuuksista auttaa ymmärtämään taiteen nykytilaa uuden teknologian valossa.

Tämän tutkielman perusteella jatkotutkimuksen aiheena voisi olla laajamittaisempi selvitys, kuinka tekoälyn työkaluja voitaisiin hyödyntää myös muissa muotoilijan luovien alojen töissä. Audiovisuaalinen tuotanto, jossa yhdistyisi niin graafinen- ja videotaide kuin musiikkikin yhtenäiseksi teokseksi, voisi se luoda loputtoman määrän sisältöä juuri katsojansa mieltymysten mukaiseksi.

LÄHTEET

- Alpaydin, E. (2020). *Introduction to Machine Learning*, fourth edition. MIT Press.
- Alter, S. (2012). Long Live Design Science Research!.... And Remind Me again about Whether It Is a New Research Paradigm or a Rationale of Last Resort for Worthwhile Research that Doesn't Fit under Any Other Umbrella. In *Thirty Third International Conference on Information Systems, Orlando 2012*.
- Arntson, A. E. (2011). *Graphic design basics*. Cengage Learning.
- Armstrong, H. (Ed.). (2009). *Graphic design theory: Readings from the field*. Chronicle Books.
- Autor, D. H. (2014). Skills, education, and the rise of earnings inequality among the “other 99 percent”. *Science*, 344(6186), 843-851.
- Bobbe, T., Krzywinski, J., & Woelfel, C. (2016). A comparison of design process models from academic theory and professional practice. In *DS 84: Proceedings of the DESIGN 2016 14th International Design Conference* (pp. 1205-1214).
- Brewka, G. (1996). *Artificial intelligence – a modern approach* by Stuart Russell and Peter Norvig, Prentice Hall. Series in Artificial Intelligence, Englewood
- Cliffs, NJ. *The Knowledge Engineering Review*, 11(1), 78-79.
- Graham Wallas, British political scientist. Britannica.com. Noudettu 15.5.2022 sivulta <https://www.britannica.com/biography/Graham-Wallas>
- Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B., ... & Amodei, D. (2018). The malicious use of artificial intelligence: Forecasting, prevention, and mitigation. arXiv preprint arXiv:1802.07228.
- Castellano, G., & Vessio, G. (2020, January). Towards a tool for visual link retrieval and knowledge discovery in painting datasets. In *Italian research conference on digital libraries* (pp. 105-110). Springer, Cham.
- Cetinic, E., & She, J. (2022). Understanding and creating art with AI: Review and outlook. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM)*, 18(2), 1-22.

- Cetinic, E., Lipic, T., & Grgic, S. (2019). A deep learning perspective on beauty, sentiment, and remembrance of art. *IEEE Access*, 7, 73694-73710.
- Cetinic, E., Lipic, T., & Grgic, S. (2018). Fine-tuning convolutional neural networks for fine art classification. *Expert Systems with Applications*, 114, 107-118.
- Coeckelbergh, M. (2017). Can machines create art?. *Philosophy & Technology*, 30(3), 285-303.
- Copeland, M. What's the Difference Between Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning? (2016, July 129). Nvidia. Noudettu 24.4.2022 sivulta <https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/>
- Creswell, A., White, T., Dumoulin, V., Arulkumaran, K., Sengupta, B., & Bharath, A. A. (2018). Generative adversarial networks: An overview. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(1), 53-65.
- Cross, N. (2001). Can a machine design?. *Design Issues*, 17(4), 44-50.
- DeLone, W.H. and McLean E.R., "Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable", *Information Systems Research* (3) 1, 1992, p. 60-95.
- Domingos, P. (2012). A few useful things to know about machine learning. *Communications of the ACM*, 55(10), 78-87.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. *Advances in neural information processing systems*, 27.
- Goodfellow, Ian. "Nips 2016 tutorial: Generative adversarial networks." arXiv preprint arXiv:1701.00160 (2016).
- Graafisen suunnittelun opiskelupaikat. Graafinen.com. Noudettu 25.4.2022 sivulta www.graafinen.com/tietopankki/opiskelupaikat
- Gregor, S., & Hevner, A. R. (2013). Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS quarterly*, 337-355.
- Gregor, S. and Jones D., "The Anatomy of a Design Theory", *Journal of the AIS* (8:5), May 2007, pp. 312-335.

- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5-14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Hevner, A.R., March, S.T., Park, J., and Ram, Sudha, "Design Science in Information Systems Research," *MIS Quarterly* (28:1) March 2004, pp. 75-105.
- Hiila, I., Tukiainen, M., & Hakola, I. (2019). *Tiimiäly: Opas muuttuvaan työelämään*. Jyväskylä: Tuuma.
- Hirsjärvi, S. R., & Remes, P. (2009). P. & Sajavaara. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi, 2009.
- Huzaifah, S. What is generative ai and how much power does it have? Noudettu 3.5.2022 sivulta <https://developer.ibm.com/blogs/what-is-generative-ai-and-how-much-power-does-it-have/>
- Irwin, D. (1991). Art versus design: the debate 1760-1860. *Journal of design history*, 4(4), 219-232.
- Katz, B. M. (1997). *Technology and design-a new agenda*.
- Kelleher, J. D. (2019). *Deep learning*. MIT press.
- Kinsella, E.(2018) The First AI-Generated Portrait Ever Sold at Auction Shatters Expectations, Fetching \$432,500 – 43 Times Its Estimate. Noudettu 4.5.2022 sivulta <https://news.artnet.com/market/first-ever-artificial-intelligence-portrait-painting-sells-at-christies-1379902>
- Koskinen, I. (2009). Throwing the baby out or taking practice seriously. *Reflections and Connections: On the relationship between creative production and academic research*, 11-17.
- Lee, A. S., Thomas, M., & Baskerville, R. L. (2015). Going back to basics in design science: from the information technology artifact to the information systems artifact. *Information Systems Journal*, 25(1), 5-21.
- Luovan talouden agentit ja managerit ry AGMA. Noudettu 14.4.2022 sivulta <https://www.creativefinland.fi>
- Lysakowski, L. (2017). Automation of design . Medium. Noudettu 2.5.2022 sivulta <https://blog.prototypr.io/automation-of-design-eb8d05b449a>

- Mace, M. A., & Ward, T. (2002). Modeling the creative process: A grounded theory analysis of creativity in the domain of art making. *Creativity research journal*, 14(2), 179-192.
- Manovich, L. (2018). *AI aesthetics*. Moscow: Strelka Press.
- Michalski, R. S., Carbonell, J. G., & Mitchell, T. M. (Eds.). (2013). *Machine learning: An artificial intelligence approach*. Springer Science & Business Media.
- Neittaanmäki, P., Lehto, M., & Savonen, M. (2021). *Yhteiskunnan digimurros*.
- Mishkin, P. (2022) DALL-E 2 Preview - Risks and Limitations. Noudettu 28.4.2022 sivulta <https://github.com/openai/dalle-2-preview/blob/main/system-card.md>
- Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C., & Chen, M. (2022). Hierarchical text-conditional image generation with clip latents. arXiv preprint arXiv:2204.06125.
- Risku, J. (2010) *Uusi Nokia – Käsikirjoitus*.
- Risku, J. (2021). Improving the performance of early-stage software startups: Design and creativity viewpoints. arXiv preprint arXiv:2108.00521.
- Sadler-Smith, E. (2015). Wallas' four-stage model of the creative process: More than meets the eye?. *Creativity Research Journal*, 27(4), 342-352.
- Salminen, A. (2011). Mikä kirjallisuuskatsaus?: Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin.
- Sargentis, G. F., Dimitriadis, P., & Koutsoyiannis, D. (2020). Aesthetical issues of leonardo da vinci's and pablo picasso's paintings with stochastic evaluation. *Heritage*, 3(2), 283-305.
- Teixeira, F. (2017). How AI has started to impact our work as designers . Noudettu 2.5.2022 sivulta <https://uxdesign.cc/how-ai-will-impact-your-routine-as-a-designer-2773a4b1728c>
- Tselentis, J. (2017). When Websites Design Themselves. Noudettu 2.5.2022 sivulta <https://www.wired.com/story/when-websites-design-themselves/>
- Turing, A. M., & Haugeland, J. (1950). Computing machinery and intelligence. *The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence*, 29-56.

Työ ja elinkeinomisterin julkaisuja; Luovan talouden tiekartta, 2020:48. Noudettu 14.4.2022 sivulta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162474/TEM_2020_48.pdf?sequence=1&isAllowed=y

van der Heijden, H., "User Acceptance of Hedonic Information Systems", MIS Quarterly (28:4), December 2004, pp. 695-704.

Wallas, G. (1926). The art of thought (Vol. 10). Harcourt, Brace.

Wang, C., Xu, C., Yao, X., & Tao, D. (2019). Evolutionary generative adversarial networks. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 23(6), 921-934.

What is supervised Learning? IBM. Noudettu 24.4.2022 sivulta <https://www.ibm.com/cloud/learn/supervised-learning>

Winograd, T. (Ed.). (1996). Bringing design to software. ACM.

World Economic Forum. (2016). Future of Jobs Report. Noudettu 28.4.2022 sivulta <https://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/>

