

Veeti Keljo

Generatiivisen tekoälyn vaikutukset työelämään

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

17. joulukuuta 2023

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

Tekijä: Veeti Keljo

Yhteystiedot: veeti.hm.keljo@student.jyu.fi

Ohjaaja: Jonne Itkonen

Työn nimi: Generatiivisen tekoälyn vaikutukset työelämään

Title in English: Effects of generative artificial intelligence on working life

Työ: Kandidaatintutkielma

Opintosuunta: Tietotekniikka

Sivumäärä: 20+0

Tiivistelmä: Tutkielma tarkastelee generatiivisen tekoälyn vaikutuksia työelämään.

Avainsanat: Generatiivinen tekoäly, työelämä

Abstract: The thesis examines the effects of generative artificial intelligence on working life.

Keywords: Generative artificial intelligence, working life

Kuviot

Kuvio 1. Generatiivisen tekoälyn yleiset modaliteetit	5
Kuvio 2. Generatiivisella tekoälyllä tuotettu kuva	6
Kuvio 3. Kvanttunnistusjärjestelmän pistekehitys	12
Kuvio 4. Kuvageneraatiolla luotuja synteettisiä lääketieteellisiä kuvia.....	12

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	TEKOÄLY	3
	2.1 Tekoälyn historiaa	3
	2.2 Generatiivinen tekoäly	4
	2.3 Työkalut.....	5
3	GENERATIIVINEN TEKOÄLY TYÖELÄMÄSSÄ	7
	3.1 Vaikutuksia työelämän eri aloihin	7
	3.2 Vaikutuksia työpaikkoihin	10
4	YHTEENVETO.....	13
	LÄHTEET	14

1 Johdanto

Tekoäly on ollut mukana työelämässä jo usean vuosikymmenen ajan (McCorduck 2004; Flasiński 2016), ja eri tekoälytekniikoiden käyttötarkoituksiin kuuluu muun muassa havainnollistaminen ja kuvioiden tunnistaminen, päätöksentekoprosessin tukeminen, ongelmanratkaisu, deduktiivinen päättely, suunnittelu ja tulosten ennustaminen sekä luonnollisen kielen käsittely (Flasiński 2016).

Tekoäly on käsitteenä kuitenkin erittäin laaja, ja Ailisto ym. 2018 kuvailevat Valtioneuvoston julkaisemassa raportissa ”Tekoälyn kokonaiskuva ja kansallinen osaamiskartoitus” (Ailisto ym. 2018), että sitä ei voi lokeroida yhdeksi teknologiaksi, vaan käsitteen alle kuuluu joukko erilaisia menetelmiä, teknologioita, sovelluksia ja tutkimussuuntia. Tässä tutkielmassa keskitytään viime vuosina nopeasti kehittyneeseen tekoälyn osa-alueeseen, generatiiviseen tekoälyyn, jonka suuret harppaukset ovat nostaneet sen tieteellisen yhteisön sekä yleisön huomioon (Eloundou ym. 2023).

Merkittävä osa generatiivista tekoälyä ovat niin kutsutut suuret kielimallit, kuten OpenAI:n GPT, Googlen LaMDA ja PaLM sekä Metan LLaMA. Mallien viime vuosien kehitys luonnollisen kielen prosessoinnissa on mahdollistanut sen, että mallit pystyvät luomaan ihmisen kaltaista tekstiä ja suoriutumaan muista kieleen liittyvistä tehtävistä suurella tarkkuudella (Kasneci ym. 2023). Mallien käyttötarkoituksiin lukeutuu jo esimerkiksi luovan tekstin tai ohjelmointikoodin tuottaminen (Gozalo-Brizuela ja C. Garrido-Merchán 2023), ja ne voivat käsitellä ja tuottaa luonnollisen kielen lisäksi erityyppistä peräkkäistä tietoa, kuten proteiini-sekvenssejä ja shakkipelejä (Eloundou ym. 2023). Generatiiviseen tekoälyyn sisältyy myös muita malleja, joiden avulla on mahdollista tuottaa esimerkiksi kuvia, videoita, 3D-malleja sekä ääntä (Gozalo-Brizuela ja C. Garrido-Merchán 2023).

Generatiivisen tekoälyn murros mahdollistaa muutoksia nykyisiin toimintatapoihin. OpenAI:n toimitusjohtajan Sam Altmanin mukaan kielimallien kehitys voi vastata suuruudeltaan paperikoneen keksimistä, jolla voi olla suuria vaikutukset työllisyyteen, liiketoimintaan sekä akateemiseen tutkimukseen, ja sen kaikkia seurauksia ei olla vielä havaittu (Budhwar ym. 2023). Vaikka kaikkia generatiivisen tekoälyn yleistymisen vaikutuksia on

vielä vaikea ennustaa, jotkin tuoreet tutkimukset pyrkivät arvioimaan ilmiön laajuutta ja vaikutuksia työelämässä. Tutkimukset kuten Elondou ym. 2023 ja Walkowiak ja MacDonald 2023 kertovat generatiivisen tekoälyn vaikuttavan työelämässä jo nykymuodossaan laajalajaisesti, ja yhä useampi työntekijä altistuu generatiivisen tekoälyn tekniikoille.

Tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena generatiiviseen tekoölyyn ja sen vaikutuksiin työelämässä. Sen luvut koostuvat johdannosta, jossa käsitellään aihetta yleisesti sekä annetaan lukijalle kuva tutkielman aiheesta, toisesta luvusta, jossa perehdytään tekoölyyn ja sen historiaan, generatiiviseen tekoölyyn ja sen työkaluihin, kolmannesta luvusta, joissa käsitellään generatiivisen tekoälyn vaikutuksia työelämässä, ja viimeisestä luvusta, joka toimii yhteenvetona tutkielman aiheista. Tutkielmassa pyritään selvittämään mitkä alat voivat altistua, tai altistuvat jo generatiiviselle tekoölylle, sekä miten generatiivinen tekoöly voi muokata työtehtävien rakennetta. Tutkielman on tarkoitus toimia varhaisena katsauksena ilmiöön, joka on vielä suurilta osin tuore sekä nopeasti kehittyvä.

2 Tekoäly

2.1 Tekoälyn historiaa

Yhtenä modernin tietotekniikan ja tekoälyn perustajista pidetään Brittiläistä matemaatikkoa Alan Turingia (Cooper ja Leeuwen 2013). Alan Turing kehitti 1950-luvulla niin sanotun *jäljitelmäpelin* (engl. imitation game), jonka tarkoitus oli toimia tekoälyn toiminnallisena testinä ja tutkia, milloin ihmisen tekemä järjestelmä voi olla älykäs (Flasiński 2016). *Jäljitelmäpelillä* Turing halusi tutkia hänen julkaisemassa artikkelissa ”Computing Machinery and Intelligence” (1950) esitettyä kysymystä: ”Osaavatko koneet ajatella?” (Turing 1950). Myöhemmin *jäljitelmäpelistä* on käytetty alan kirjallisuudessa myös nimeä *Turingin testi*.

Ensimmäisenä tekoälyohjelmana on pidetty vuonna 1955 Allen Newellin, Herbert A. Simonin ja Clifford Shawin kehittämää ohjelmaa nimeltä *Logic Theorist* (McCorduck 2004). Ohjelma julkaistiin vuonna 1956 Dartmouthin konferenssissa, jossa myös yhdysvaltalainen tietojenkäsittelytieteilijä John McCarthy ehdottaa ensimmäistä kertaa termiä *tekoäly* (McCorduck 2004). *Logic Theorist* kykeni todistamaan lähes 40 teoremaa Alfred Whiteheadin ja Bertrand Russellin kolmiosaisesta matematiikan perusteiden teoksesta ”Principia Mathematica” (Flasiński 2016), jota McCorduck 2004 kuvailee ”älykkyyden saavutukseksi kenen tahansa mittapuulla”.

Työelämässä tekoälyjärjestelmät ovat olleet mukana jo useita vuosikymmeniä (McCorduck 2004), ja niiden ensimmäisiä käyttötarkoituksia on Flasińskin 2016 mukaan ollut muun muassa päätöksentekoprosessissa tukeminen. Päätöksentekoprosessissa tukemista on hyödynnetty muun muassa lääketieteessä (McCorduck 2004), jossa jo vuonna 1974 T. Shortliffen luoma ”MYCIN”-järjestelmä osoittaa McCorduckin 2004 mukaan ensimmäistä kertaa sääntöihin perustuvien tekoälyjärjestelmien tehon tiedon esittämisessä ja päättelmissä lääketieteellisissä diagnoosissa ja terapiassa.

2.2 Generatiivinen tekoäly

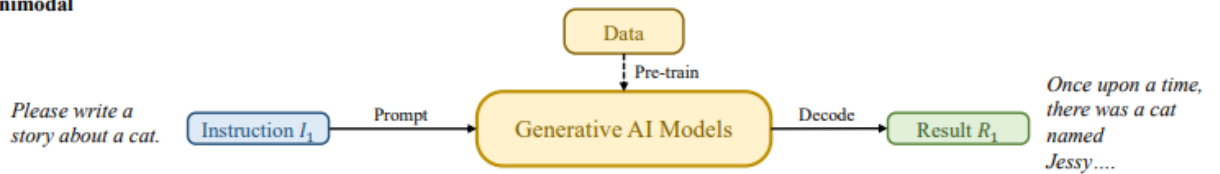
Generatiivisella tekoälyllä tarkoitetaan tekoälytekniikoita ja -malleja, jotka oppivat niille annetun tietoaineiston perusteella muodostamaan uusia tietoaineistoja, jotka voisivat uskottavasti olla osa alkuperäistä tietoaineistoa (Pinaya ym. 2023). OpenAI:n mukaan (Eloundou ym. 2023) generatiivinen tekoäly on viime vuosina saavuttanut huomattavaa edistystä, jonka on mahdollistanut etenkin pääsy suureen määrään avoimia tietoaineistoja, kuten tietokone näön tietoaineistot ImageNet ja LAION, sekä luonnollisen kielen käsittelyn tietoaineistot Wikipedia Text Corpus ja Common-Crawl (Pinaya ym. 2023; Schuhmann ym. 2022). Generatiivisen tekoälyn nopea käyttöönotto on Walkowiakin ja MacDonaldin 2023 mukaan ennäkemätöntä, ja sen nopeasta leviämisestä kertoo esimerkiksi se, että OpenAI:n ChatGPT saavutti vain kahdessa kuukaudessa 100 miljoonan käyttäjän rajan, kun siihen kesti esimerkiksi Instagramilla kaksi ja puoli vuotta.

Suuret generatiivisen tekoälyn kielimallit eli Large Language Modelit (LLM) ovat viime vuosina herättäneet huomiota tutkimusyhteisössä ja yleisössä (Eloundou ym. 2023). Tekstiä tuottavat LLM:t ovat opetettu valtavalla määrällä tekstidataa, ja niiden toiminta perustuu sanojen välisten suhteiden päättämiseen tekstissä, ja sen perusteella seuraavien sanojen ennustamisen sanojen jonossa (Budhwar ym. 2023). Alkuperäisten Large Language Modelien ongelmana oli kuitenkin tulosten rajoittunut konteksti, mielekkyys ja tehokkuus, sillä jokainen sana käsiteltiin yksitellen. Ratkaisuksi ongelmaan kehitettiin muuntaja (transformer), joka pystyy käsittelemään kaikki aineiston sanat, antaen tekstin eri osille vaihtelevan painoarvon ja täten parantaen tulosten mielekkyyttä ja tarkkuutta (Budhwar ym. 2023; Vaswani ym. 2023). Muuntajasta on tullut hallitseva arkkitehtuuri tehtävissä, jotka vaativat luonnollisen kielen ymmärtämistä sekä luomista (Wolf ym. 2020). Ensimmäinen julkisesti julkaistu Large Language Model oli OpenAI:n kehittämä Generative Pre-Trained Transformer (GPT), jonka OpenAI julkaisi vuonna 2018 (Kasneci ym. 2023).

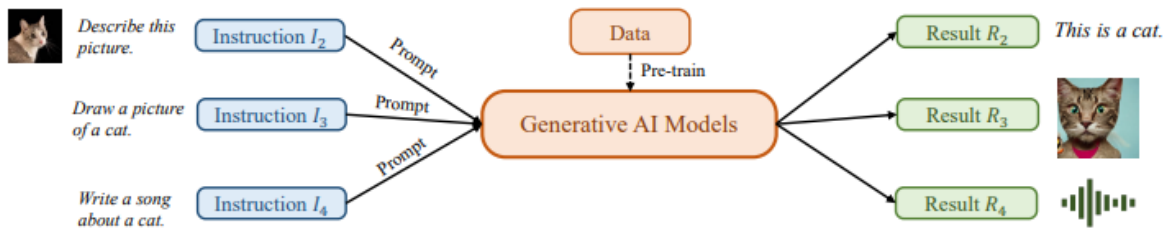
Yleisesti ottaen generatiivisen tekoälyn mallit voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: unimodaalisiin malleihin ja multimodaalisiin malleihin (Cao ym. 2023). Unimodaaliset mallit ovat Cao ym. 2023 mukaan suunniteltu hyväksymään tietty raakadatamodaliteetti syötteenä, esimerkiksi teksti tai kuva, ja tuottamaan samaa modaliteettiä oleva ulostulo. Multimodaaliset mallit taas hyväksyvät poikkimodaaliset syötteet ja kykenevät tuottamaan ulostulon monella

eri modaliteetillä (Cao ym. 2023).

Unimodal



Multimodal



Kuvio 1. Generatiivisen tekoälyn perinteiset modaliteetit: unimodaalinen ja multimodaalinen (Cao ym. 2023)

Generatiivisen tekoälyn tuottamaan materiaalin tarkkuus ja ajankohtaisuus riippuu sen kouluttamiseen käytetyn tietoaiteiston laadusta ja ajankohtaisuudesta (Budhwar ym. 2023). Esimerkiksi tutkielman kirjoitushetkellä OpenAI:n uusin GPT-malli GPT-4 on koulutettu 45 teratavulla dataa, ja suurin osa sen tietoaiteistosta sijoittuu ennen syyskuuta 2021 (OpenAI 2023).

2.3 Työkalut

Generatiivisen tekoälyn ympärille on syntynyt viime vuosien aikana useita työkaluja. Osa niistä on tutkielman kirjoitushetkellä julkisesti ja maksuttomasti käytettävissä. Osa palveluista vaatii käyttäjätunnusten luomisen.

OpenAI:n työntekijöiden tekemässä vertaisarvioimattomassa julkaisussa (Eloundou ym. 2023) kerrotaan kehittyneiden suurien kielimallien, kuten Googlen kehittämän LaMDA:n ja OpenAI:n kehittämän GPT-4:n kykenevän jo muun muassa tekstin kääntämiseen eri kielille, luovien teoksien kirjoittamiseen tai toimivan ohjelmointikoodin tuottamiseen. LLM:t pystyvät myös käsittelemään ja tuottamaan tavallisesta poikkeavaa tietoa, kuten esimerkiksi konekieltä tai proteiinisekvenssejä (Eloundou ym. 2023).

Generatiivisen tekoälyn käyttötarkoitus ei kuitenkaan rajoitu pelkkään tekstiin. Espanjalaisen Comillas Pontifical yliopiston opiskelijoiden tekemän tutkimuksen mukaan generatiivisen tekoälyn malleilla on myös mahdollista tuottaa tarkasti ja tehokkaasti tekstillä muun muassa kuvia, videoita, 3D-malleja sekä ääntä (Gozalo-Brizuela ja C. Garrido-Merchán 2023). Jotkin multimodaaliset mallit kuten GPT-4 (OpenAI 2023) kykenevät muuntamaan kuvan tai äänen tekstiksi, joka mahdollistaa uusia käyttötarkoituksia.



Kuvio 2. Kuva on toteutettu kuvailemalla ”Pienessä autossa istuva nallekarhu” Bing Image Creatorissa, joka hyödyntää DALL-E 3 kuvageneraattorimallia.¹

Kuvageneraation avulla pystytään esimerkiksi luomaan tarkkoja kuvia ihmisen anatomiasta käyttäen olemassa olevia tietokantoja (Pinaya ym. 2023), sekä niin kutsutulla Generative Adversarial Networkilla (GAN) pystytään muun muassa tunnistamaan silmästä varhaisia viitteitä glaukoomasta (Bisneto, Oseas ja Magalhães 2020), ja parantamaan astronomisten kuvien laatua (Schawinski ym. 2017).

1. Microsoftin "Bing Image Creator". 2023. <https://www.bing.com/images/create>

3 Generatiivinen tekoäly työelämässä

Tietokoneet ja ohjelmistot ovat olleet osa työelämää jo pitkän aikaa, suoriutuen useista tehtävistä ihmistä nopeammin, tarkemmin ja johdonmukaisemmin (Brynjolfsson, Li ja Raymond 2023). Näiden järjestelmien tehokas toimiminen vaatii kuitenkin tarkat ja yksityiskohtaiset ohjeet syötteen muuttamiseksi ulostuloksi (Brynjolfsson, Li ja Raymond 2023), luoden ihmisen ja tietokoneen välille vuorovaikutussuhteen, jossa tietokone voi korvata ihmisen rutiinimaisissa, automatisoitavissa olevien tehtävien suorittamisessa, samalla vahvistaen työntekijöiden suhteellista etua ongelmanratkaisutaitojen, sopeutumiskyvyn ja luovuuden tarjoamisessa (Autor 2014).

Koneoppimisen algoritmit, kuten generatiivinen tekoäly, toimivat kuitenkin Brynjolfssonin, Lin ja Raymondin 2023 mukaan eri tavalla. Ne voivat päätellä ohjeet esimerkkien perusteella, mikä korostaa koneoppimisjärjestelmien keskeistä, erottuvaa näkökohtaa: ne voivat oppia suorittamaan tehtäviä, vaikka ohjeita ei olisi (Brynjolfsson, Li ja Raymond 2023). Jotkin koneoppimisen algoritmit pystyvät esimerkiksi oppimaan tunnistamaan niille annetun kuvista koostuvan tietoaineiston perusteella kasvoja (Brynjolfsson, Li ja Raymond 2023).

Generatiivisen tekoälyn tekniikoiden viimeaikaisella kehityksellä voi olla laaja vaikutus tuotantoon ja työelämään (Noy ja Zhang 2023). Tekoälytyökalujen suorituskyvyn ja ominaisuuksien parantuminen mahdollistaa jo nyt niiden käyttämisen eri tehtäviin ilman erityisosaamista (Hui, Reshef ja Luofeng 2023), mikä voi tuoda muutoksia työelämän rakenteisiin. Nopea yleistyminen luo myös kysymyksiä niiden vaikutuksesta talouteen (Felten, Raj ja Seamans 2023).

3.1 Vaikutuksia työelämän eri aloihin

Verkossa tapahtuvasta työnhausta tehdyn tutkimuksen (Hui, Reshef ja Luofeng 2023) mukaan generatiivisella tekoälyllä tulee potentiaalisesti olemaan suuria vaikutuksia työelämään. Myös Royal Melbourne Institute of Technology:ssä toteutetussa tutkimuksessa (Walkowiak ja MacDonald 2023) todetaan generatiivisen tekoälyn tuovan suuria muutoksia toimialoihin, työnkulkuun sekä liiketoimimalleihin muun muassa häiritsemällä työtä, työntekijöitä,

työpaikkoja, työmarkkinoita ja työllisyyspolitiikkaa. Useat varhaiset tutkimukset osoittavat sen jo nykymuodossaan vaikuttavan globaalisti laaja-alaisesti, mutta altistuksen määrässä on havaittavissa vaihtelua aloittain sekä maittain (Walkowiak ja MacDonald 2023; Eloundou ym. 2023; Gmyrek, Berg ja Bescond 2023).

Esimerkiksi OpenAI:n työntekijöiden tekemässä vertaisarvioimattomassa tutkimuksessa Eloundou ym. 2023 kertoo altistumisen generatiivisen tekoälyn malleille kuten LLM:lle olevan jo laajaa, vaikuttaen useaan eri työtehtävään ja toimialaan. Tutkimus osoittaa, että noin 19 prosentissa Yhdysvaltojen työpaikoista vähintään 50 prosenttia työtehtävistä altistuu nykyisten suurien kielimallien sekä odotettujen uusien kielimallien ominaisuuksille (Eloundou ym. 2023). Tutkimuksessa LLM:lle eniten altistuviksi aloiksi nousivat muun muassa tietojenkäsittely, vakuutusyhtiöt, kustannustoimi (ei internet), kun taas vähiten altistumista osoittivat muun muassa teollisuuden, agrikulttuurin sekä kaivosteollisuuden alat. Eloundou ym. 2023 esittää tutkimuksessa tuloksensa altistumisrubriikin perusteella, jossa altistumista mitataan sen perustella, lyhentäisikö pääsy LLM tai LLM-käyttöiseen järjestelmään aikaa, jonka ihminen tarvitsee tietyn työtehtävän suorittamiseen vähintään 50 prosentilla.

Myös Walkowiak ja MacDonald 2023 raportoivat australialaisen työvoiman altistumisen generatiiviselle tekoälylle olevan laajaa. Tutkimuksen mukaan 38,9 prosenttia Australian työtehtävistä altistuu LLM:lle, mikä vastaa 36,7 prosenttia ajasta, jonka työntekijät käyttävät eri tehtävien suorittamiseen. Tutkimus toteaa myös, että Australian työmarkkinoiden ammatillisen rakenteen perusteella 80 prosenttia työvoimasta käyttää 20 prosenttia työajastaan tehtäviin, jotka ovat alttiina suurille kielimalleille. Walkowiak ja MacDonald 2023 käyttävät tutkimuksessa samaa altistumisrubriikkia kuin Eloundou ym. 2023 eri alojen altistumisen mittaamiselle. Walkowiak ja MacDonald 2023 toteuttaman tutkimuksen mukaan eniten generatiiviselle tekoälylle altistuviin ammatteihin kuuluu muun muassa rakennuskustannuksien arvioija sekä määrätarkastajat, säveltäjät, kääntäjät ja tulkit, PR-ammattilaiset, matemaatikot sekä palkanlaskijat. Vähiten altistuviin ammatteihin kuului muun muassa jotkin fyysisiä töitä tekevät rakennustyöntekijät, kaivostyöläiset, mekaanikot sekä ravintolatyöntekijät. Walkowiak ja MacDonald 2023 tutkimuksen tulokset vastaavat pitkälti Eloundou ym. 2023 tuloksia.

Samoja piirteitä löytävät myös Felten, Raj ja Seamans 2023 tutkimuksessaan generatiivisen tekoälyn vaikutukseen työelämän aloihin. Felten, Raj ja Seamans 2023 raportoi suurien kielimallien ja kuvageneraattoreiden vaikuttavan jo moneen alaan. Tutkimuksessa ammatit, jotka altistuivat eniten generatiivisen tekoälyn kielimalleille vaativat etenkin kielen ja viestinnän taitoja, kuten puhelinmyyjät ja monet koulutukseen liittyvät ammatit (Felten, Raj ja Seamans 2023). Kuvageneraatiolle eniten altistuneisiin ammatteihin kuuluivat ne ammatit, jossa korostuu tilan hahmottamisen taito, kuten sisustussuunnittelijat ja arkkitehdit (Felten, Raj ja Seamans 2023). Felten, Raj ja Seamans 2023 löytävät positiivisen korrelaation kielimallien ja kuvageneraation sekä mediaanipalkan, koulutustason ja ammatissa vaativien luovien kykyjen välillä, vahvistaen ajatusta siitä, että korkeapalkkaiset ja korkeasti koulutetut ammatit voivat todennäköisimmin altistua generatiivisten tekoälytekniikoiden kehitykselle (Felten, Raj ja Seamans 2023).

Generatiivisen tekoälyn laaja-alainen vaikutus nostaa esiin myös huolia sen tuomista riskeistä. Walkowiak ja MacDonald 2023 arvioi tutkimuksessaan työtehtävissä yleistyvien tekoälytekniikoiden riskejä kuten yksityisyyttä, puolueellisuutta, kyberturvallisuutta, etiikkaa ja ennakkoluuloja, sekä väärää tietoa ja manipulointia. Walkowiak ja MacDonald 2023 kertovat esimerkiksi LLM:n suoraan altistavan Australian työvoiman tehtävistä 12,4 prosenttia tietosuojariskeille, 13,7 prosenttia kyberturvallisuusriskeille, 14,1 prosenttia epäeettisille tai haitallisille harhautumisriskeille, sekä 10,6 prosenttia väärille tiedoille ja manipulointiriskeille. Myös vuonna 2022 Stanfordin yliopiston Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligencen julkaisema raportti (Zhang ym. 2022) kertoo tekoälymallien kyvykkyyksien ja ominaisuuksien kasvamisen nostavan näiden riskien vakavuutta. Zhang ym. 2022 kertoo vuonna 2021 julkaistun 280-miljardin parametrin tekoälymallin tuottavan 29 prosenttia enemmän niin kutsuttuja *toksisia* vastauksia kuin vuonna 2018 julkaistun 117-miljoonan parametrin mallin. Vaikka mallien kyvykkyydet ja ominaisuudet ovat kasvaneet paljon, on niiden tuloksien käyttämisen kanssa oltava OpenAI:n GPT-4 mallin teknisen raportin (OpenAI 2023) mukaan erittäin huolellinen etenkin korkean riskin kontekstissa.

3.2 Vaikutuksia työpaikkoihin

Tekoälytekniikoihin liittyvissä avoimissa työpaikkailmoituksissa on havaittu (Acemoglu ym. 2022) mukaan nopea nousu jo 2010-luvulta lähtien, joka on merkittävästi kiihtynyt 2015-luvun jälkeen. Myös eri tekoälytekniikoille altistumisella sekä työpaikkojen vaatimien taitojen muuttumisen välillä on havaittavissa vahva yhteys. Tekoälytekniikat muuttavat työtehtävien rakennetta, ja voivat korvata joitakin ihmisen suorittamia työtehtäviä, luoden samalla uusia taitoja vaativia tehtäviä (Acemoglu ym. 2022).

Jotkin koneoppimisen algoritmit ovat suoriutuneet jo usean vuoden ajan ihmisen lähtötasoa paremmin tietyissä tehtävissä. Esimerkiksi eri tekoälytekniikoiden kehitys kuvien luokittelussa ja luetun ymmärtämisessä asettavat sen ihmisen lähtötason yläpuolelle (Zhang ym. 2022), joka havainnollistetaan kuviossa 3. Kuvien luokittelulla tarkoitetaan tietokoneiden kykyä luokitella mitä ne näkevät kuvassa (Zhang ym. 2022). Kuvantunnistusjärjestelmiä voidaan hyödyntää esimerkiksi autoissa ympäristön tarkkailuun, kasvaimien tunnistamiseen tai tehtailla tuotantovirheiden tunnistamiseen (Zhang ym. 2022). On kuitenkin hyvä muistaa, että järjestelmät eivät ole virheettömiä, ja niilläkin on omat heikkoutensa. Kuvantunnistusjärjestelmien haasteisiin kuuluvat muun muassa ilmeiden ja käsien eleiden pienien muutoksien havaitseminen, kun liian monta ilmettä ja elettä näytetään samanaikaisesti, kuvantunnistusjärjestelmien haasteellinen integrointi nopeasti muuttuvien teknologioiden vuoksi, sekä järjestelmiin vaikuttaminen virheellisen oppidatan tai syötteen avulla (Suma 2019). Myös Goodfellow ym. 2017 kuvailevat haitallisten syötteiden käyttämisen koneoppimisen algoritmien huijaamisessa turvallisuusuhkana. Hyökkäys algoritmia kohtaan voi olla esimerkiksi tarrojen tai maalin käyttäminen väärennetyn Stop-kyltin luomisessa, ja näin ollen itseohjautuvan tai kylttejä havainnoivan auton huijaaminen (Goodfellow ym. 2017).

Generatiivisen tekoälyn mallien kehitys kuvageneraatioissa mahdollistaa monia eri käyttötarkoituksia, joissa tulee luoda visuaalista sisältöä (Zhang ym. 2022). Esimerkiksi usean eri instituution ja yliopiston (Pinaya ym. 2023) tuottama tutkimus generatiiviseen tekoälyn hyödyntämiseen lääketieteellisessä kuvantamisessa kuvaa sen mahdollisuuksia ja hyötyjä alalla. Pinaya ym. 2023 mainitsee kuvageneraation potentiaalin muun muassa poikkeamien havainnoinnissa, kohinan poistamisessa ja MRI-rekonstruktiossa. Yhdeksi tärkeäksi generatiivisen tekoälyn ominaisuudeksi Pinaya ym. 2023 nostaa niiden kyvyn luoda uutta sisältöä,

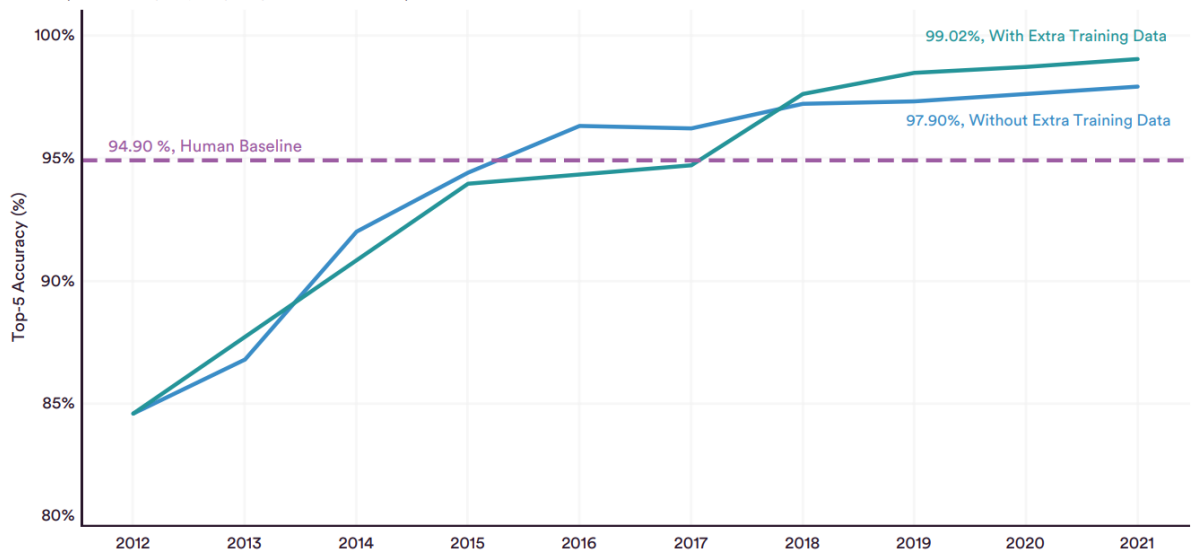
joka ei rajoitu alkuperäiseen harjoitusaineistoon. Tämä synteettisen datan tuottaminen on Pinaya ym. 2023 mukaan ollut yksi generatiivisen tekoälymallien hyödyntämisen päätavoitteista lääketieteellisessä kuvantamisessa, koska sen avulla voidaan jakaa tietoa suojellen samalla potilaan yksityisyyttä. Pinaya ym. 2023 kuvaa tutkimuksessa käytettyjen tekniikoiden osoittavan poikkeuksellista suorituskkyä tuottaa korkealaatuisia kuvia lääketieteelliseen tarkoitukseen, joka esitetään kuviossa 4.

Generatiivinen tekoäly voi myös kasvattaa tiettyjen työtehtävien tuottavuutta, kertoo yhdysvalloissa toteutettu tutkimus, jossa Brynjolfsson, Li ja Raymond 2023 tutkivat generatiivisen tekoälyn hyödyntämistä asiakaspalvelun tehtävissä. Tutkimuksessa asiakaspalvelijan suorittamien keskusteluiden määrä nousi 14 prosentilla, kun keskusteluissa hyödynnettiin generatiivista tekoälyä käyttävää työkalua. Työkalun toiminta perustui keskustelujen lukemiselle, ja työntekijälle reaaliaikaisten vastausvaihtoehtojen antamiselle, kuitenkin säilyttäen työntekijän vastuun keskustelun etenemisestä (Brynjolfsson, Li ja Raymond 2023).

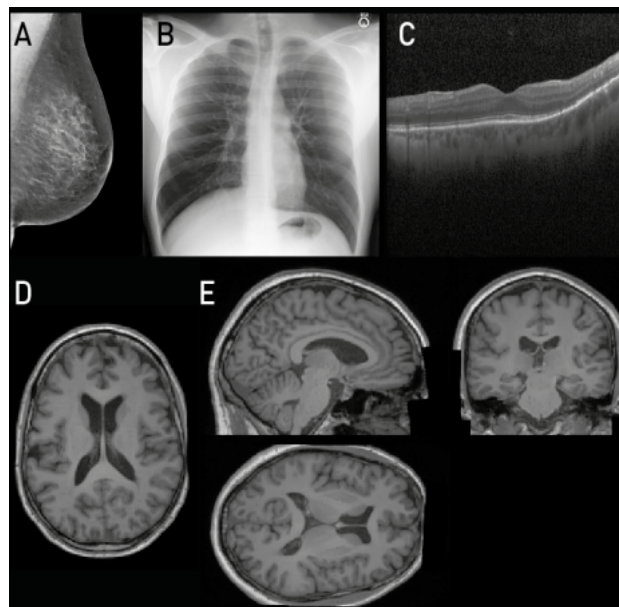
Vaikka eri tekoälytekniikat voivat muokata työympäristöämme, joidenkin työelämän taitojen tärkeys tulee todennäköisesti pysymään ennallaan. Eloundou ym. 2023 mainitsee tutkimuksessaan tieteen sekä kriittisen ajattelun taitojen tärkeyden, sekä niiden olevan vahvasti negatiivisesti yhteydessä generatiiviselle tekoälylle altistumiselle. Tutkimus ennakoi näitä taitoja vaativien ammattien pysyvän nykyisten suurien kielimallien vaikutuksen ulkopuolella. Toisaalta tutkimuksessa Eloundou ym. 2023 osoittaa kirjoituksen sekä ohjelmoinnin olevan yhteydessä LLM:lle altistumiselle, mikä voi tarkoittaa, että näitä taitoja vaativat ammatit ovat alttiimpia LLM:n vaikutukselle. Walkowiak ja MacDonald 2023 sekä Eloundou ym. 2023 tuottamien altistusmittausten perusteella tietyt käytännön taitoa vaativat fyysiset työt vaikuttavat jäävän nykymuotoisen generatiivisen tekoälyn vaikutuksen ulkopuolelle.

IMAGENET CHALLENGE: TOP-5 ACCURACY

Source: Papers with Code, 2021; arXiv, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report



Kuvio 3. Kuvantunnistusjärjestelmän pistekehitys ihmisen lähtötasoon verrattuna (Zhang ym. 2022).



Kuvio 4. Kuvageneraatiolla luotuja synteettisiä lääketieteellisiä kuvia, jossa A) mammografia, B) rintakehän röntgenkuva, C) silmän valokerroskuvaus, D) ja E) kuva aivojen eri osista (Pinaya ym. 2023).

4 Yhteenveto

Generatiivisella tekoälyllä on mahdollisuus muokata yhteiskunnan ja työelämän rakennetta (Eloundou ym. 2023). OpenAI:n GPT-4 mallin teknisen raportin 2023 mukaan nykyisillä sekä seuraavilla generatiivisen tekoälyn malleilla on potentiaali vaikuttaa yhteiskuntaan hyödyllisillä tai haitallisilla tavoilla. Vaikka työtä mallien turvallisuuden ja luotettavuuden eteen vielä riittää, ovat nykyiset mallit raportin mukaan merkittävä askel generatiivisen tekoälyn hyödylliselle ja turvalliselle käyttöönotolle (OpenAI 2023).

Tuoreet tutkimukset työelämän altistumisesta generatiiviselle tekoälylle, kuten Eloundou ym. 2023, Walkowiak ja MacDonald 2023 sekä Felten, Raj ja Seamans 2023 kertovat sen vaikuttavan työelämässä jo laaja-alaisesti, ja tutkimukset ennustavat työelämän altistuvan näille tekniikoille tulevaisuudessa entistä enemmän. Tutkimukset löytävät monia samankaltaisia löydöksiä eri alojen altistumisessa generatiiviselle tekoälylle, joiden mukaan altistuminen on vahvinta etenkin korkeatuloisilla ja korkeasti koulutetuilla aloilla, ja vähiten altistumista osoittavat etenkin fyysiset, erikoisosaamista vaativat alat. Eri tekoälytekniikat etsivät kuitenkin vielä rooliaan työelämässä, ja niillä voidaan esimerkiksi automatisoida joitakin työtehtäviä tai niitä voidaan käyttää apuvälineenä. Generatiivisen tekoälyn kaikkia vaikutuksia työelämään on vielä mahdoton tietää, ja ilmiön tuoreus vaatii lisää tutkimusta aiheesta.

Lähteet

- Acemoglu, Daron, David Autor, Jonathon Hazell ja Pascual Restrepo. 2022. “Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from Online Vacancies”. *Journal of Labor Economics* 40 (S1): S293–S340. <https://doi.org/10.1086/718327>. eprint: <https://doi.org/10.1086/718327>.
- Ailisto, Heikki, Eetu Heikkilä, Heli Helaakoski, Anssi Neuvonen ja Timo Seppälä. 2018. “Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus”, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-549-5>.
- Autor, David. 2014. “Polanyi’s Paradox and the Shape of Employment Growth”, <https://doi.org/10.3386/w20485>.
- Bisneto, Tomax, Antonio Oseas ja Deborah Magalhães. 2020. “Generative adversarial network and texture features applied to automatic glaucoma detection”. *Applied Soft Computing* 90:106165. ISSN: 1568-4946. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106165>.
- Brynjolfsson, Erik, Danielle Li ja Lindsey Raymond. 2023. “Generative AI at Work”, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.11771>.
- Budhwar, Pawan, Soumyadeb Chowdhury, Geoffrey Wood, Herman Aguinis, Greg J. Bamber, Jose R. Beltran, Paul Boselie ym. 2023. “Human resource management in the age of generative artificial intelligence: Perspectives and research directions on ChatGPT”, <https://doi.org/10.1111/1748-8583.12524>.
- Cao, Yihan, Siyu Li, Yixin Liu, Zhiling Yan, Yutong Dai, Philip S. Yu ja Lichao Sun. 2023. “A Comprehensive Survey of AI-Generated Content (AIGC): A History of Generative AI from GAN to ChatGPT”, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.04226>.
- Cooper, S.B. ja J. van Leeuwen. 2013. *Alan Turing: His Work and Impact*. Elsevier Science. ISBN: 9780123869807. <https://books.google.fi/books?id=s9VHYgEACAAJ>.
- Eloundou, Tyna, Sam Manning, Pamela Mishkin ja Daniel Rock. 2023. “GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models”, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.10130>.

Felten, Edward W., Manav Raj ja Robert Seamans. 2023. "Occupational Heterogeneity in Exposure to Generative AI", <https://doi.org/10.2139/ssrn.4414065>.

Flasiński, Mariusz. 2016. *Introduction to Artificial Intelligence*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40022-8>.

Gmyrek, Paweł, Janine Berg ja David Bescond. 2023. "Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality". *ILO Working Paper*, numero 96, ISBN 978-92-2-039536-3, <https://doi.org/10.54394/FHEM8239>.

Goodfellow, Ian, Nicolas Papernot, Sang Huang, Yan Duan, Pieter Abbeel ja Jack Clark. 2017. "Attacking machine learning with adversarial examples". Viitattu 17. joulukuuta 2023. <https://openai.com/research/attacking-machine-learning-with-adversarial-examples>.

Gozalo-Brizuela, Roberto ja Eduardo C. Garrido-Merchán. 2023. "ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models", <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.04655>.

Hui, Xiang, Oren Reshef ja Zhou Luofeng. 2023. "The Short-Term Effects of Generative Artificial Intelligence on Employment: Evidence from an Online Labor Market", <https://doi.org/10.2139/ssrn.4527336>.

Kasneci, Enkelejda, Kathrin Sessler, Stefan Küchemann, Maria Bannert, Daryna Dementieva, Frank Fischer, Urs Gasser ym. 2023. "ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education". *Learning and Individual Differences* 103:102274. ISSN: 1041-6080. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>.

McCorduck, Pamela. 2004. *Machines who think : a personal inquiry into the history and prospects of artificial intelligence*. 2. painos. A K Peters/CRC Press. ISBN: 9781568812052.

Noy, Shakked ja Whitney Zhang. 2023. "Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence", <https://doi.org/10.2139/ssrn.4375283>.

OpenAI. 2023. "GPT-4 Technical Report", <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>.

Pinaya, Walter H. L., Mark S. Graham, Eric Kerfoot, Petru-Daniel Tudosiu, Jessica Dafflon, Virginia Fernandez, Pedro Sanchez ym. 2023. "Generative AI for Medical Imaging: extending the MONAI Framework", <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.15208>.

- Schawinski, Kevin, Ce Zhang, Hantian Zhang, Lucas Fowler ja Gokula Krishnan Santhanam. 2017. “Generative Adversarial Networks recover features in astrophysical images of galaxies beyond the deconvolution limit”. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, <https://doi.org/10.1093/mnrasl/slx008>.
- Schuhmann, Christoph, Romain Beaumont, Richard Vencu, Cade Gordon, Ross Wightman, Mehdi Cherti, Theo Coombes ym. 2022. “LAION-5B: An open large-scale dataset for training next generation image-text models”, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.08402>.
- Suma, Dr V. 2019. “Computer vision for human-machine interaction-review”. *Journal of Trends in Computer Science and Smart Technology* 1 (2): 131–139. <https://doi.org/10.36548/jtcsst.2019.2.006>.
- Turing, A. M. 1950. “I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE”. *Mind* LIX (236): 433–460. ISSN: 0026-4423. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>.
- Walkowiak, Emmanuelle ja Trent MacDonald. 2023. “Generative AI and the Workforce: What Are the Risks?”, <https://doi.org/10.2139/ssrn.4568684>.
- Vaswani, Ashish, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Lukasz Kaiser ja Illia Polosukhin. 2023. “Attention Is All You Need”, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>.
- Wolf, Thomas, Lysandre Debut, Victor Sanh, Julien Chaumond, Clement Delangue, Anthony Moi, Pierric Cistac ym. 2020. “HuggingFace’s Transformers: State-of-the-art Natural Language Processing”, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1910.03771>.
- Zhang, Daniel, Nestor Maslej, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Terah Lyons, James Manyika, Helen Ngo ym. 2022. “The AI Index 2022 Annual Report”, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.03468>.