



Tekoälyn hyödyntäminen terveydenhuollossa

Oulun yliopisto
Tietojenkäsittelytiede
LuK-tutkielma
Sampo Kihalampi
2022

Tiivistelmä

Tekoäly yleistyy ihmisten elämässä ja yhä useampi laite käyttää sitä hyödyksi, jopa ihmisten huomaamatta. Tekoälyä voidaan käyttää esimerkiksi helpottamaan ihmisten elämää ja päätöksentekoa. Tämän tutkielman tavoitteena oli perehtyä tekoälyyn liittyvään tutkimukseen ja selvittää, kuinka sitä voidaan hyödyntää terveydenhuollon alalla. Tutkimuskysymyksenä oli “Miten tekoälyä hyödynnetään terveydenhuollon tukena?” Tutkimusmenetelmänä oli kirjallisuuskatsaus, jonka avulla selvitettiin tekoälyn liittyvää kehitystä ja tutkimusta eri toimialoilla, mutta erityisesti terveydenhuollossa.

Tekoälyä tutkitaan sekä käytetään paljon erilaisten asioiden yhteydessä. Sitä on tutkittu ja hyödynnetty usein muun muassa terveydenhuoltoon, autoteollisuuteen, älylaitteisiin sekä nykypäivänä yhä yleisimpiin asioihin. Useat isot yritykset tutkivat ja käyttävät tekoälyä hyödyksi omissa tuotteissaan ja palveluissaan. Tutkielmassa tuli hyvin esiin se, että tekoälyn tutkiminen on jatkunut pitkän aikaa ja sen avulla on saatu lupaavia tuloksia.

Tekoälylle merkittäviä oppimisen tyyplejä ovat esimerkiksi koneoppiminen sekä syväoppiminen. Tekoälyn yhteydessä tärkeänä osa-alueena on erilaiset algoritmit ja niitä hyödynnetään juuri kone- ja syväoppimisen yhteydessä. Myös neuroverkot ovat perusta moneen eri asiaan tekoälyn yhteydessä ja monet eri kone- ja syväoppimisen tekniikat rakentuvat niiden päälle. Neuroverkoille yleistä on se, että niiden rakenne muistuttaa hyvin paljon ihmisten aivoja ja niiden toiminnalla yritetään jäljitellä ihmisten aivojen toimintaa. Terveydenhuollon yhteydessä tekoäly on erittäin tutkittu ja mielenkiintoinen aihe. Tekoälyn avustuksella on jo tähän päivään mennessä saatu erittäin lupaavia tutkimustuloksia esimerkiksi erilaisten syöpien tunnistamisen sekä luokittelun yhteydessä. Myös tekoälyä voidaan käyttää esimerkiksi epidemiologiassa sekä erilaisten sairauksien diagnosoimisessa. Tekoälyn tutkiminen on ja tulee olemaan yksi merkittävimmistä lähitulevaisuuden tutkimuskohteista ja sen lisääntyessä tarve osaaville ammattilaisille tulee varmasti kasvamaan. On erittäin tärkeää, että tekoälyn kehitys ja tutkimus jatkuu kohti hyviä ja ihmiskuntaa hyödyttäviä asioita.

Avainsanat

Tekoäly, terveydenhuolto, koneoppiminen, neuroverkot, syväoppiminen, algoritmit

Ohjaaja

FT, Yliopistonlehtori Leena Arhippainen

Alkusanat

Aihe tähän tutkielmaan syntyi alun perin kiinnostuksesta terveydenhuollossa käytettyihin erilaisiin järjestelmiin sekä tekoölyyn. Alun perin tutkielman aiheena oli terveydenhuollossa käytetyt tietojärjestelmät Suomessa, mutta kokonaisuutena aihe tuntui suunnitteluvaiheessa turhan laajalta ja halusin rajata aihetta pienemmäksi. Myös kiinnostus tekoölyyn ja sen ajankohtaisuus johtivat siihen, että aiheeksi syntyi juuri tekoölyn hyödyntäminen terveydenhuollossa.

Tutkielmassa lukija pääsee ensin tutustumaan hieman paremmin tekoölyyn ja sen historiaan, jonka jälkeen käsitellään ensin tekoölyn eri osa-alueita, jotta myös tekoölystä entuudestaan tietämättömätkin lukijat pystyvät sisäistämään ja ymmärtämään tarkemmin aiheen käsittelyä.

Tutkielman tulokset ja löydökset perustuvat pitkälti siihen missä eri muodossa ja yhteyksissä tekoölyä on hyödynnetty juuri terveydenhuollossa.

Haluan myös tässä vaiheessa kiittää tutkielman ohjaajaa, yliopistonlehtoria, FT, Leena Arhippaista erittäin kiitettävästä ohjaamisesta sekä tuesta tutkielman kirjoitusvaiheessa.

29.11.2022

Sampo Kuhalampi

Lyhenneluettelo

ANI	Artificial Narrow Intelligence / Suppea ja heikko tekoälyn taso
ANN	Artificial Neural Networks / Tekoälyn yhteydessä käytetyt neuroverkot
AGI	Artificial General Intelligence / Yleinen tekoälyn taso
AI	Artificial Intelligence / Tekoäly
ASI	Artificial Super Intelligence / Superälykäs tekoäly
CT	Computer tomography / Tietokonetomografia
ECG	Electrocardiography / Sydänsähkökäyrä
EEG	Electroencephalography / Aivosähkökäyrä
LSTM	Long short-term Memory / Pitkä lyhytaikainen muisti
MRI	Magnetic Resonance Imaging / Magneettikuva
PET	Positron emission tomography / Positroniemissiotomografia

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Alkusanat	3
Lyhenneluettelo	4
Sisällysluettelo	5
1. Johdanto.....	6
1.1 Tausta ja motivaatio	7
1.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmä	8
1.3 Tutkimuksen rakenne	8
2. Tekoäly	9
2.1 Tekoälyn historia.....	10
2.2 Massadata	11
3. Tekoälyn osa-alueet.....	11
3.1 Algoritmit.....	12
3.2 Koneoppiminen	12
3.2.1 Ohjattu oppiminen	13
3.2.2 Ohjaamaton oppiminen	13
3.2.3 PuoliOhjattu oppiminen.....	14
3.2.4 Vahvistusoppiminen	14
3.3 Syväoppiminen.....	14
3.4 Neuroverkot.....	15
4. Tekoäly terveydenhuollossa	15
4.1 Koneoppiminen terveydenhuollon tukena	17
4.2 Syväoppiminen terveydenhuollossa.....	18
4.3 Neuroverkot terveydenhuollossa.....	19
5. Löydökset ja pohdinta	20
6. Yhteenveto.....	22
Lähteet.....	23

1. Johdanto

Tekoäly yleistyy jatkuvasti ja sen merkitys ihmisten arkielämässä lisääntyy huomattavasti. Nykypäivänä yhä useammat erilaiset laitteet käyttävät hyödykseen tekoälyä ja ihminen ei monesti huomaa edes sen läsnäoloa. Tulevaisuudessa tekoäly tulee todennäköisimmin korvaamaan ihmisten tekemää työtä ja päätöksiä entistä enemmän ja siksi onkin tärkeää, että tekoälyä tutkitaan laadukkaasti sekä jatkuvasti.

Terveydenhuolto on olennainen asia varmasti, jokaiselle ihmiselle, jossakin elämäntilanteessa. Ihmisille tapahtuu jatkuvasti erilaisia onnettomuuksia ja sairauksia. Aina lääkärit eivät ole myöskään kykeneväisiä löytämään piilossa oleville sairauksille syitä, jonka johdosta oikein hoidon ja diagnoosin löytämisessä voi kestää pitkiäkin aikoja. Tekoäly kehittyessä ja lisääntyessä ihmisten elämässä, myös sen tuomat käyttömahdollisuudet ja tarkoitukset kasvavat. Koska terveydenhuollolla on suuri merkitys ihmiskuntamme hyvinvointiin, on tekoälyä tutkittu kattavasti myös sen yhteydessä. Tekoälyllä pystytään paljon erilaisiin asioihin terveydenhuollon yhteydessä ja sitä on jo tähän päivään mennessä hyödynnetty terveydenhuollossa. Wiens ja Shenoy (2018) kertovat artikkelissaan, että tekoälyä voidaan esimerkiksi käyttää hyödyksi epidemiologiassa. Myös Mujumdar ja Vaidehi (2019), kertovat siitä, että tekoälyn ja tarkemmin sanottuna koneoppimisen avustuksella on pystytty ennustamaan henkilölle diabeteksen riskejä ja sitä kautta alttiutta sairastua sille. Tekoälyn avustuksella erilaisia teknologioita käyttäen on pystytty myös moniin muihin terveyttä ja hyvinvointia edistäviin asioihin, ja tulevaisuudessa sen kehittyessä pystytään varmasti paljon muuhunkin.

Tekoälyn eri oppimismenetelmien sekä teknologioiden kanssa usein nostetaan esille neuroverkot ja moni niistä pohjautuu neuroverkkoihin. Esimerkiksi Pham, Tran, Phung ja Venkatesh (2017) kertovat terveydenhuollossa käytetyn DeepCare-ohjelmiston rakentuneen juuri neuroverkon päälle. Neuroverkot ja moni muu tekoälyn eri osa-alue tulee varmasti tutuksi lukijalle tutkielman edetessä ja on tärkeää, että lukija ensin paneutuu huolellisesti ensimmäisissä kappaleissa tekoälyyn ennen kuin alkaa soveltamaan sitä terveydenhuollon yhteydessä.

1.1 Tausta ja motivaatio

Tutkielman tavoitteena on selvittää mitä tekoäly oikeasti on ja mitä eri tekniikoita, osa-alueita sekä paljon muuta siihen liittyy. Sen kautta lukijalle avautuu mahdollisuus tutustua tutkielman oikeaan aiheeseen eli tekoälyn hyödyntämiseen terveydenhuollossa. Jotta lukija voi ymmärtää sujuvasti tekoälyn käytöstä terveydenhuollossa on hänen tärkeää ensin ymmärtää hieman siitä mitä tekoälyä oikeastaan tarkoittaa.

Terveydenhuolto on varmasti tuttu ja ensinnäkin tärkeä asia kaikille ihmisille, sillä sen avulla pysymme mahdollisesti terveenä, saamme hoitoa sairauksiimme sekä paljon muuta ihmiselämälle välttämättömiä asioita ja tukea. Tekoäly taas voitaisiin mahdollistaa esimerkiksi päätöksentekoa automatisoimaan ja nopeuttamaan (Jarrahi, 2018). Terveydenhuollon yhteydessä tästä voisi olla todella paljon hyötyä, sillä lääkärit ja hoitajat joutuvat jatkuvasti tekemään merkittäviä päätöksiä, siksi oikeanlaisella tekoälyllä voidaan auttaa heitä niissä (Loftus ym., 2020: Rawson, Ahmad, Toumazou, Georgiou &

Holmes, 2019). Tekoälyä tutkitaan jatkuvasti terveydenhuollon yhteydessä ja nopealla etsimisellä voit löytää tuhansia erilaisia tutkimusartikkeleita ja tutkimuksia tekoälystä terveydenhuollossa. Esimerkiksi tutkimuksessaan Tran ym. (2019) ovat nostaneet esiin, että vuosien 1977 ja 2018 välillä, Web of Science -alustalla julkaistiin 27,451 tutkimusta tekoälystä terveydenhuollossa sekä lääketieteessä.

1.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmä

Koska tutkimuksen tarkoituksena on tutkia tekoälyn hyödyntämistä terveydenhuollossa ja mitä tekoäly ensinnäkin tarkoittaa on tärkeää asettaa tutkimukselle oikeanlaiset tutkimuskysymykset. On tärkeää ensin tutustua tarkemmin mitä tekoäly tarkoittaa ja mitä siihen sisältyy, jotta lukija pystyy ymmärtämään paremmin tutkielmassa esitettyjä asioita, esimerkkejä sekä päätelmiä. Tutkimuskysymyksenä tutkielmassa käytetään:

- Miten tekoälyä hyödynnetään terveydenhuollon tukena?

Tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Munn ym. (2018) mukaan kirjallisuuskatsaus soveltuu erityisesti sellaisten tutkimusten kanssa, joiden yhteydessä ei olla vielä esitetty tarkentavia kysymyksiä. Myös artikkelissa on nostettu esiin se, että kirjallisuuskatsauksena etuina on se, että sen avulla voidaan tunnistaa aiheeseen liittyviä keskeisiä osa-alueita, tekijöitä ja käsitteitä. Joten voidaan huomata, kun tutkitaan tekoälyn hyödyntämistä terveydenhuollossa, että ensin on tärkeää tutustua aiheeseen tarkemmin esimerkiksi sen käsitteiden ja osa-alueiden kautta. Tutkimusmenetelmänä on valikoitunut pitkälti kvalitatiivinen menetelmä. Kvalitatiivisella tutkimusmenetelmällä eli laadullisella tutkimuksella tarkoitetaan sellaista tutkimusta, jossa pyritään kokonaisvaltaisesti ymmärtämään aihetta sen ominaisuuksien sekä laadun avulla. (Munn ym., 2018.)

Tutkielman tavoite on antaa lukijalle mahdollisuus tutustua tekoälyyn terveydenhuollossa ohjelmistokehittäjän näkökulmasta. Tällä tarkoitetaan sitä, että tutkielmassa puhutaan paljon tekoälyn kehittämiseen liittyvistä teknologioista ja tekniikoista, jonka kautta lukija pääsee tutustumaan teknilliseen puoleen aihetta. Vastakohtaisena lähestymistapana aiheeseen voisi olla esimerkiksi tekoälyn eettisyys terveydenhuollossa, tai tekoälyn hyödyntäminen lääkäreiden tai hoitajien näkökulmasta. Tutkielman tiedonhaussa on käytetty Google Scholaria, IEEE Xploreria sekä Scopusta. Erilaisia hakusanoja taas on ollut "Artificial Intelligence in healthcare", "AI in healthcare", "Neural networks", "Neural networks in healthcare", "Machine Learning", "Machine learning in healthcare", "Deep learning", "Deep learning in healthcare", "Bigdata", "Bigdata analytics" sekä "artificial intelligence".

1.3 Tutkimuksen rakenne

Luvussa 2 on tarkoitus luoda lukijalle yleinen käsitys tekoälystä ja sen historiasta. Luvussa 3 lukija pääsee tutustumaan hieman tarkemmin tekoälyyn ja luvun tarkoitus on nimensä mukaisesti luoda käsitys tekoälyn eri osa-alueista. Tässä luvussa lukija pääsee tutustumaan tekoälyyn arkielämän esimerkkien kautta, mutta luku tarjoaa myös lukijalle hieman tarkemman ja teoreettisemman näkemyksen käsiteltäviin asioihin. Tämän luvun tarkoitus korostuu siinä, että lukijan on tärkeää ymmärtää tekoälyn eri osa-alueista, jotta

tutkielman tavoitteet ja tutkimuskysymyksen ymmärtäminen on mahdollista tai ainakin helpompaa.

Luvussa 4 päästään tarkemmin paneutumaan tutkielman aiheeseen. Tämän luvun tarkoitus on antaa kuva siitä, miten edellisessä käsittelyluvussa esitettyjä tekoälyn osa-alueita on hyödynnetty terveydenhuollon yhteydessä. Luvussa 5 esitetään tutkielman löydökset sekä pohdinta vastaten tutkimuskysymykseen ja lopuksi esitetään yhteenveto.

2. Tekoäly

Tekoälyä on monenlaista ja varmasti moni ihminen on kuullut puhuttavan tekoälystä. Usein ihmiset yhdistävät tekoälyn esimerkiksi autojen itsestään ajavuuteen, robotteihin sekä erilaisiin peleihin, kuten shakin pelaamiseen. Yksinkertaisesti sanottuna tekoälyllä voidaan tarkoittaa koneen kykyä käyttää ihmisälyyn liittyviä taitoja, muun muassa päätöksentekoa, päättelykykyä tai oppimista. Tekoäly voi konseptina kuulostaa yksinkertaiselta ja varmasti joissakin asioissa se onkin kohtalaisen yksinkertaista. Kuitenkin tekoäly on paljon muutakin kuin pelkästään yksinkertaisia tehtäviä suorittavia koneita.

Ertel (2018) mukaan tekoälyllä tietojenkäsittelytieteilijän näkökulmasta tarkoitetaan mitä tahansa konetta, joka pystyy itsenäisesti mukailemaan ihmisten älyyn liittyviä taitoja. Tekoäly näkyy paljon ihmisten arkielämässä huomaamattomasti ja ihmiset eivät aina välttämättä tule ajatelleeksi, että hyödyntää tekoälyä. Yhtenä esimerkkinä missä käytetään tekoälyä, joka jää varmasti monelta ihmiseltä huomaamatta on Googlen hakukone. Monet ihmiset ajattelevat, että Google yksinkertaisesti etsii kaiken, mitä annetuilla hakusanoilla löytyy. Totuus on kuitenkin se, että Google-haun yhteydessä tapahtuu tekoäly, joka algoritmin kautta pyrkii etsimään parhaat ja osuvimmat mahdolliset hakutulokset. Jos Google ei käyttäisi tekoälyä hakukoneessaan jäisi ihmisiltä usein tärkeät hakutulokset löytämättä sen johdosta, että ei ole hakenut tarkoilla sanoilla. Google on kuitenkin vain yksi esimerkki tekoälyn hyödyntämisestä, ja ihmiset kohtaavat sitä paljon enemmän.

Strelkovan (2017) mukaan tekoäly voidaan jakaa kolmeen eri tasoon. Kyseiset tasot ovat ANI, AGI ja ASI. ANI:lla tarkoitetaan ”Artificial Narrow Intelligence” ja se on erittäin yksinkertaista ja suppeaa tekoälyä, joka pystyy ainoastaan yksittäisiin asioihin. AGI:lla tarkoitetaan taas ”Artificial General Intelligence”, joka on ANI:a älykkäämpää ja kykeneväinen jopa saavuttamaan ihmisten älykkyystason tai mahdollisesti tietyissä asioissa ylittämään sen. ASI:lla taas artikkelin mukaan tarkoitetaan ”Artificial Super Intelligenceä”, joka on huomattavasti älykkäämpää kuin ihminen, jokaisella älykkyuden osa-alueella. (Strelkova, 2017.)

2.1 Tekoälyn historia

Tekoälyn historia ylettyy pitkälle, jopa 1940-luvulle, kuitenkin tunnetuksi se nousi vasta 1950-luvulla, kun Alan Turing loi niin sanotun ”Turingin testin” (Malik, Pathania & Rathaur, 2019). Turingin testi perustuu siihen, että sen avustuksella voidaan testata koneiden kykyä ajatella kuin ihminen, ja sen voi toteuttaa yksinkertaisemmin siten, että koneelta sekä ihmiseltä kysellään kysymyksiä ja vertaillaan niiden antamia vastauksia toisiinsa. Turingin testi pohjautuu Pinar Saygin, Cicekli ja Akmanin (2000) mukaan siihen, kun 1950-luvulla elänyt matemaatikko Alan Turing alkoi miettimään sitä voisiko koneet ajatella. Turingin testiin on vuosien varrella suhtauduttu positiivisesti ja sitä pidetään yhtenä tekoälyn kehityksen ja testauksen merkittävämpänä kulmakivenä. Kuitenkin kaikki palaute ei ole pelkästään ollut positiivista ja Turingin testi on myös saanut osakseen kritiikkiä. Toinen merkittävä 1950-luvulla tapahtunut käänne tekoälyssä oli se, kun vuonna 1956 Minsky ja McCarthy päättivät järjestää kahdeksan viikon mittaisen tutkimusprojektin (Haenlein & Kaplan, 2019). Kyseinen projekti tunnetaan nimellä ”Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence”.

Tekoälyn historiassa merkittäviksi siihen liittyviksi ohjelmistoiksi on noussut muun muassa ELIZA, General Problem Solver -ohjelma, Deeb Blue sekä AlphaGo (Haenlein & Kaplan, 2019). Samassa artikkelissa on mainittu siitä, että ELIZA on luonnollisen kielen prosessointityökalu, jonka tarkoituksena simuloida ihmisten välistä keskustelua. ELIZA muistetaan myös siitä, että se pystyi läpäisemään aikaisemmin tutkielmassa mainitun Turingin testi yhtenä ensimmäisenä ohjelmistona. General Problem Solver-ohjelma taas perustui siihen, että sen avulla pystyttiin ratkaisemaan yksinkertaisia ongelmia, Deeb Blue on shakin peluu ohjelma, joka on tunnettu siitä, kun se pystyi voittamaan shakin maailmanmestarin Gary Kasparovin sekä AlphaGo, joka on Googlen kehittämä Go-lautapelin pelaamiseen keskittyvä ohjelmisto, joka pystyi voittamaan pelin maailmanmestarin (Haenlein & Kaplan, 2019). He myös nostavat esiin sen, että AlphaGo:n kehittäminen on merkittävä kehitys tekoälyn, kun verrataan esimerkiksi Deep Blue shakin peluu ohjelmaan, sillä Go on huomattavasti monimutkaisempi peli kuin shakki. (Haenlein & Kaplan, 2019.)

Tekoälyn tutkimisen näkökulmasta merkittäviä yhteiskunnallisia tekijöitä on ollut esimerkiksi se, kun vuonna 1973 Yhdysvaltojen kongressi alkoi kritisoimaan tekoälyn kehitystä ja tutkimusta (Haenlein & Kaplan, 2019). Heidän mukaansa onneksi Iso-Britannian hallitus vastasi tähän kritiikkiin alkamalla tukemaan tekoälyn tutkimista omissa yliopistoissaan, joka loppujen lopuksi oli merkittävä tekijä siinä, että myös Yhdysvallat alkoi myöhemmin tukemaan tekoälyn tutkimusta.

2.2 Massadata

Massadata on tekoälyn yhteydessä erittäin tärkeä asia, Varsinkin, kun puhutaan terveydenhuollosta. Massadatalta tarkoitetaan massiivisen kokoista tietokokonaisuutta, jolle yleistä on se, että se on vaikeasti käsiteltävää, analysoitavaa, tallennettavaa sekä visualisoitavaa tietoa (Sagiroglu & Sinanc, 2013). Tällainen data on kuitenkin erittäin tärkeää yrityksille ja organisaatioille, sillä se sisältää paljon erilaista tietoa, jota voidaan käyttää hyödyksi yrityksille sekä ihmisille. Sagiroglu ja Sinanc (2013) nostavatkin esille, että massadatan yleistymisen vuoksi suosioon on noussut niin sanottu massadata analytiikka, joka erikoistuu massadatan käsittelyyn ja analysoimiseen, jonka avustuksella yritykset voivat löytää tärkeitä tietoja sekä mahdollisesti jopa luoda kilpailuetua kilpailijoihinsa verrattuna.

Massadatan merkitys korostuu myös terveydenhuollossa, sillä jatkuvasti syntyy lisää tietoa ihmisten terveydentiloista, sairauksista sekä paljon muusta. Tätä dataa voidaan eri tekoälyn osa-alueiden kautta hyödyntää terveydenhuollossa esimerkiksi lääkärin ja hoitajien hoidon tukena. Artikkelissaan Dash, Shakyawar, Sharma ja Kaushik (2019) nostavat esiin sen, että massadata-analytiikan tukena terveydenhuollossa voidaan käyttää esimerkiksi koneoppimista, jonka avulla voidaan helpottaa päätöksentekoa potilaiden diagnosoinnissa. He myös nostavat artikkelissaan merkittäväksi asiaksi massadata-analytiikassa terveydenhuollossa sen, että sen avustuksella joku päivä voitaisiin parantaa hoitoa ja mahdollistaa halvempia hoitomahdollisuuksia potilaille.

3. Tekoälyn osa-alueet

Tekoäly voidaan jakaa useisiin eri osa-alueisiin, esimerkiksi teknologioiden ja oppimistapojen kautta. Tässä tutkielmassa tutkittaviksi osa-alueiksi muodostui koneoppiminen, syväoppiminen sekä neuroverkot. Jotta lukija voi ymmärtää edellä mainittujen termien toimintaa on hyvä ensin tutustua myös algoritmeihin.

3.1 Algoritmit

Algoritmit eivät liity pelkästään tekoölyyn, vaan niitä käytetään monessa muussakin asiassa. Algoritmit kuitenkin vaikuttavat merkittävästi tekoölyyn ja ne ovat tärkeä osa sitä ja siihen liittyviin eri osa-alueisiin. Algoritmit ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, jotka ovat esimerkiksi tekoölyssä merkittävässä roolissa. Cormen, Leiserson, Rivest ja Stein (2022) kertovat algoritmien tarkoittavan yksinkertaistettuna sellaisia tarkasti määriteltyjä laskentamenetelmiä, jotka jonkin arvon tai arvojen kautta tuottaa jonkin arvon tai arvoja. Kuten aikaisemmin on mainittu algoritmien olevan merkittävässä roolissa tekoölyä, on lukijoiden hyvä ymmärtää edes, jotakin niiden toiminnasta, jotta tutkielman sisäistäminen helpottuu.

3.2 Koneoppiminen

Schalev-Schwarzin ja Ben-Davidin (2014) mukaan koneoppiminen perustuu siihen, että yritetään tunnistaa automaattisesti datasta merkityksellisiä malleja sekä tapauksia. Tällä tarkoitetaan sitä, että kone etsii annetusta datasta yhteneväisyyksiä erilaisten asioiden kanssa. Koneoppimista voitaisiin käyttää hyödyksi esimerkiksi, jos yritys haluaisi löytää syyn siihen, millaiset asiat ja tapahtumat vaikuttavat positiivisesti tai negatiivisesti yrityksen tietyn liiketoimintaprosessin onnistumiseen. Tällaisessa tapauksessa koneelle annettaisiin kyseisen prosessiin liittyvää dataa, josta kone voisi tunnistaa yhteneväisyyksiä esimerkiksi onnistuneissa tapauksissa. Tällaista tietoa taas voitaisiin hyödyntää siihen, että tulevaisuudessa tietyt asiat tehtäisiin tarvittaessa koneoppimisen kautta löydetyn mallin tai tapahtuman kautta. Koneoppiminen on noussut yhdeksi yleiseksi tekoölyyn liittyvistä oppimismenetelmistä. Tätä väitettä tukee se, että artikkelissaan Schalev-Schwarz ja Ben-David (2014) nostavat esiin sen, että koneoppiminen näkyy nykyään paljon ihmisten arkielämässä ja ihmiset ovat tekemisessä erilaisten laitteiden kanssa, jotka käyttävät hyödykseen sitä päivittäin.

Edellisessä luvussa käsiteltiin sitä, että ihmiset eivät välttämättä huomaa edes käyttävänsä ja olevansa tekemisessä tekoälyn kanssa. Kyseisessä luvussa nostettu esimerkki Googlen hakutoiminnosta soveltuu koneoppimisen piiriin ja on tekemisissä jokaisen haun yhteydessä koneoppimiseen. Tätä väitettä tukee myös se, että Schalev-Schwarz ja Ben-David (2014) artikkelissaan nostavat esiin sen, että eri hakukoneet käyttävät koneoppimista, jotta saataisiin mahdollisimman hyviä hakutuloksia ihmisille. Toinen esimerkki, jossa ihmiset ovat tekemisissä tekoälyn kanssa jatkuvasti ilman sen huomioimista on sähköpostien roskapostin suodatus. Tällaiset suodattimet käyttävät koneoppimista tunnistukseen erilaisista posteista roskapostille yleisiä asioita. Dada, Basi, Chiroma, Adetunmbi ja Ajibuwa (2019) kertovat artikkelissaan siitä, miten koneoppimista on käytetty roskapostin suodatuksessa sähköposteissa. Artikkelissa mainitaan siitä, että suosittu sähköpostipalvelut kuten Gmail, Yahoo sekä Outlook

käyttävät koneoppimisen eri tekniikoita roskapostin suodatuksessa esimerkiksi siten, että neuroverkkoja hyväksi käyttäen voidaan opetella tunnistamaan roskapostia ja tietojenkalasteluviestejä vertaamalla ja analysoimalla niitä isoon määrään vastaavia viestejä.

Tässä tutkielmassa esiteltiin vain kaksi esimerkkiä koneoppimisesta, mutta on tärkeää muistaa, että ne eivät rajaudu siihen. On olemassa paljon erilaisia ohjelmistoja ja laitteita, jotka käyttävät hyödykseen koneoppimista. Myös tällaiset järjestelmät tulevat varmasti tulevaisuudessa lisääntymään ja kehittymään huomattavasti.

Koneoppiminen käyttää hyödykseen algoritmeja. Tekoäly jaetaan usein tutkimuksissa erilaisiin tekniikoihin ja teknologioihin, jotta käsiteltäviä asioita voidaan tutkia ja lähestyä tarkemmin. Myös kyseiset tekniikat ja teknologiat kannattaa jakaa vielä pienempiin osiin, jotta niiden toiminnan ymmärtäminen ja sisäistäminen tarkentuu. Koneoppimisen yhteydessä käytetyt algoritmit voidaan jakaa erilaisiin tyyppisiin, jotka kuvaavat algoritmeissa tapahtuvaa oppimista. Tässä tutkielmassa käsitellään tällaisina tyyppinä ohjattua oppimista, ohjaamatonta oppimista, puoli-ohjattua oppimista sekä vahvistusoppimista.

3.2.1 Ohjattu oppiminen

Ohjatulla oppimisella yksinkertaisesti ajatellen tarkoitetaan nimensä mukaisesti sellaista oppimista, jota tuetaan. Dhillon ja Singh (2019) kertovat, että ohjattu oppiminen perustuu siihen, että koneelle annetaan ennalta määrättyjä malleja, joiden avustuksella kone etsii datassa esiintyviä vastaavuuksia. Kuitenkin on tärkeää tietää se, että vaikka nimenmukaisesti ohjattu oppiminen sisältää koneen koulutusta, kuitenkin kone on kykeneväinen oppimaan itse ja pääsemään haluttuun lopputulokseen itsenäisesti. (Dillon & Singh, 2019.)

Ohjatussa oppimisessa data jaetaan kahteen eri sarjaan, jotka ovat harjoitus- sekä testisarja. Ensin harjoitussarjan avustuksella konetta koulutetaan. Seuraavaksi kone testataan nimensä mukaisesti testisarjan avustuksella. (Dillon & Singh, 2019.)

3.2.2 Ohjaamaton oppiminen

Ohjatusta oppimisesta eroten ohjaamattomalle oppimiselle ei anneta mitään ennalta määrättyjä arvoja, malleja tai tavoitteita, vaan koneen on tarkoitus itsenäisesti klusteroida datasta erilaisia kaavoja sekä kuvioita (Dillon & Singh, 2019).

Yksinkertaisesti ajatellen klusteroinnilla tarkoitetaan sitä, että asioita jaetaan erilaisiin ryhmiin niiden sisältävien yhtenäisyyksien perusteella. Erittäin yksinkertaisena arkielämän esimerkkinä klusteroinnista voitaisiin pitää sitä, kun ihmiset arkielämässään jakavat esimerkiksi kirjoja erilaisiin kategorioihin niiden genren perusteella. Klusterointi voi kuulostaa yksinkertaiselta asialta, mutta sitä se ei ole koneelle. Kone joutuu valtavasta määrästä dataa löytämään yhteneväisyyksiä asioiden keskellä ja jakaa sitä kautta ne erilaisiin ryhmiin ja malleihin. Ihmiselle esimerkkinä nostettu kirjojen jakaminen niiden genren mukaan kuulostaa helpolta tehtävältä, koska ihminen tietää entuudestaan sen, mitä haluaa tehdä kirjoilleen ja miten jakaa ne.

Ohjaamattoman oppimisen yhteydessä koneelle ei kuitenkaan anneta mitään tavoitteita tai ennalta määriteltyjä arvoja vaan se joutuu itsenäisesti tutkimaan yhteyksiä ja muodostamaan ryhmät ja mallit niiden perusteella. Voidaan ajatella, että ihmiselle voisi olla vaikeaa jakaa asioita, mistä ei tiedä mitään oikeanlaisiin ryhmiin. Artikkelissaan Guyon, Von Luxburg ja Williamson (2009) kertovat siitä, että klusteroinnin tavoitteena on jakaa instansseja erilaisiin luokkiin, joita ei ole mitenkään ennalta määritelty, joiden kuitenkin oletetaan jollakin tavalla heijastuvan datan edustamien entiteettien rakennetta. He myös mainitsevat siitä, että klusteroinnilla arkielämässä tarkoitetaan luokittelua.

3.2.3 PuoliOhjattu oppiminen

Seuraavana käsiteltävänä tyyppinä on puoliOhjattu oppiminen. PuoliOhjatussa oppimisessa on yhdistetty edellä mainitut Ohjattu- sekä Ohjaamaton oppiminen siten, että kone voi hyödyntää ennalta määrättyjä tavoitteita tai arvoja, mutta kuitenkin pyrkiä myös löytämään datasta Ohjaamattoman oppimisen mukaisesti löytyviä malleja.

Dhillon ja Singh (2019) kertovat siitä, että puoliOhjatun oppimisen hyvä puoli on se, että sillä pystytään Ohjattuun- ja Ohjaamattomaan oppimiseen verrattuna vähentämään huomattavasti hukkaan menevän datan määrää.

3.2.4 Vahvistusoppiminen

Viimeisenä tässä tutkielmassa käsiteltävä koneoppimisen tyyppi on vahvistusoppiminen. Vahvistusoppiminen perustuu siihen, että kone etsii ympäristöstään tulevaa palautetta ja käyttää sitä tekemään päätöksiä.

Kirjassaan Sutton ja Barto (2018) nostavat esiin sen, että vaikka vahvistusoppimiselle ei suoranaisesti anneta mitään arvoja tai tavoitteita Ohjatun oppimisen tapaan, se kuitenkin eroaa Ohjaamattomasti oppimisesta. He nostavat merkittäväksi eroksi Ohjaamattomaan oppimiseen sen, että vahvistusoppimisessa kone tarkkailee ympäristönsä vastauksia sekä palautetta ja sen kautta pyrkii oppimaan ja yhdistelemään datassa esiintyviä asioita. Esimerkkinä vahvistusoppimisesta on se, että shakkipelissä kone tekee siirron ja tarkkailee, mitä vastustajansa tekee ja sen perusteella pyrkii oppimaan dynaamisesta ympäristöstään.

3.3 Syväoppiminen

Tässä tutkielmassa on nostettu esiin erilaisia oppimisen muotoja, kuten Ohjattu-, puoliOhjattu, Ohjaamaton sekä vahvistusoppiminen. Seuraavana käsiteltävänä asiana on syväoppiminen. Syväoppiminen on kehittynyt koneoppimisen pohjalta käsittelemään monimutkaisempia asioita, kuin mitä pelkästään koneoppimisen avulla pystytään (Kaul, Raju & Tripathy, 2022). Kelleher (2019) kertoo syväoppimisen tarkoittavan oppimista, joka neuroverkkoja käyttäen pystyy luomaan neuroverkkomalleja, joiden avulla kone pystyy tekemään päätöksiä datasta. Syväoppimista käytetään nykypäivänä esimerkiksi autopiloteissa eli esimerkiksi autojen tai lentokoneiden itsestään Ohjautuvuudessa, puheentunnistuksissa, kuten Applen Sirissä tai Googlen Alexassa sekä puhelinten kasvojentunnistuksissa. Kelleher (2019) mainitsee artikkelissaan myös siitä, että syväoppimista käytetään usein sellaisissa tapauksissa, joissa on paljon erilaisia ja vaikeita

tietojoukkoja. Hän nostaa tällaisiksi esimerkeiksi Googlen sekä Facebookin. Google käyttää hänen mukaansa syväoppimista esimerkiksi kuvien hakuun ja konekäännöksiin, kun taas Facebook esimerkiksi analysoi käytyjä keskusteluja syväoppimisen avulla.

3.4 Neuroverkot

Neuroverkot perustuvat siihen, että niillä yritetään jäljitellä ihmisten aivotoimintaa ja niiden biologisia neuroneita erilaisten komponenttien avustuksella (Picton, 1994). Neuroverkot ovat merkittävä osa tekoälyä ja ne ovat pohja monelle eri tekoälyyn liittyvälle tekniikalle, kuten esimerkiksi oppimistyyleille. Pictonin (1994) mukaan neuroverkot pyrkivät tuottamaan ulostulokaavion, niille annetusta sisääntulokaaviosta. Neuroverkot liittyvät vahvasti myös tässä tutkielmassa esiin nostettuihin syvä- sekä koneoppimiseen. Begg, Kamruzzaman ja Sarker (2006) väittävät, että ihmisaivojen mahdollisuudet erilaisiin laskutoimituksiin ovat koneisiin ja sarjaprosessoreihin verrattuna äärimmäisen hitaita. He korostavat, että neuroverkkojen tarkoitus jäljitellä ihmisaivojen rakennetta perustuu siihen, että neuroverkot pystyisivät oppimaan erilaisten kokemusten kautta ja olisivat kykeneväisiä erottelamaan merkitsemättömiä asioita sekä hoitamaan myös epäselviä tilanteita. Sitä kautta neuroverkkojen tavoite on pystyä tekemään samanlaisia päätöksiä ja toimimaan kuin ihmisaivot.

4. Tekoäly terveydenhuollossa

Tekoäly tutkitaan jatkuvasti terveydenhuollon yhteydessä ja sitä tullaan tutkimaan yhä enemmän tulevaisuudessa. Tekoälyä voidaan esimerkiksi käyttää terveydenhuollossa lääkärin ja sairaanhoitajien päätöksenteon tukena, mutta myös monessa muussa asiassa. Lääkärit ja hoitajat joutuvat jatkuvasti käyttämään työssään tietokoneita, koska kaikki tai lähes kaikki tieto potilaista ja hoidoista tallennetaan erilaisten tietojärjestelmien kautta (Kyytsönen ym., 2020). Ihmisistä kerätään esimerkiksi jatkuvasti tietoa sairauksista, ominaisuuksista sekä terveydentiloista. Koska kaikki tieto liikkuu tietojärjestelmien kautta ja sitä tallennetaan jatkuvasti yhä enemmän, syntyy myös paljon tietoa, joka on vailla käyttötarkoitusta. Koska datan määrä on niin suurta ja jopa vaikeasti käsiteltävää, on tärkeää, että sitä voitaisiin kuitenkin analysoida ja käyttää hyödyksi. Tekoäly on yksi ratkaisu siihen. Tekoälyn avustuksella voidaan esimerkiksi erilaisten aikaisemmin tässä tutkimuksessa mainittujen oppimiskeinojen avulla löytää erilaisia malleja ja yhteneväisyyksiä. Parhaassa tapauksessa tekoälyn oppimisella näiden mallien avulla voidaan jopa ennustaa riskitekijöitä tiettyihin sairauksiin tietynlaisia ominaisuuksia tai sairauksia omaavalle henkilölle. Sitä kautta voidaan jopa ennaltaehkäistä tiettyjä sairauksia henkilöllä. Tekoäly on suuressa roolissa tulevaisuudessa ja on tärkeää, että sitä tutkitaan terveydenhuollon apuvälineenä. Myös moderni lääketiede kehittyy jatkuvasti ja olisi erittäin hyvä, että koneita voitaisiin käyttää apuna tutkimuksessa.

Artikkelissaan Malik ym. (2019) kertovat, että terveydenhuollossa tekoäly on jaettu kahteen eri luokkaan: Virtuaaliseen sekä Fyysiseen tekoälyyn. He nostavat esiin artikkelissaan virtuaalisella tekoälyllä terveydenhuollon yhteydessä esimerkiksi sähköiset potilaskertomusjärjestelmät sekä erilaiset päätöksentekoa tukevat järjestelmät. Potilaskertomusjärjestelmät ovat hyvä esimerkki aikaisemmin mainituista järjestelmistä, jotka tallentavat tietoa potilaista. Suomessa yleisimmin käytetyt asiakas- tai potilaskertomusjärjestelmät ovat Lifecare, Uranus, Pegasos, Apotti, Effica terveydenhuolto, Mediatri, Esko, DynamicHealth Sekä Domacare (Kyytsönen ym., 2020).

Kyytsönen ym. (2020) toteuttivat kyselyn, johon vastasi 3912 sairaanhoitajaa kertoen muun muassa siitä, miten erilaiset tietojärjestelmät vaikuttavat heidän työhönsä. Kyselyssä selvitettiin hoitajilta esimerkiksi sitä, auttaako järjestelmä parantamaan hoitoa, miten tieto kulkee eri osapuolien välillä (lääkärit, sairaanhoitajat sekä potilaat), kuinka helppoa eri toimintojen suorittaminen on sekä kuinka hyvin järjestelmä toimii teknisestä näkökulmasta. Kyselyiden tulokset on jaettu taulukoissa eri osa-alueisiin: Julkiset sairaalat, Terveyskeskukset, Sosiaalihuolto sekä Yksityiset. Eri osa-alueet kuvaavat sitä, missä ympäristössä järjestelmää on käytetty ja miten ne sopivat kyseiseen osa-alueeseen. Artikkelista voidaan huomata se, että Julkisissa sairaaloissa parhaiten on kouluarvosanan perusteella pärjännyt Esko (8.2), sekä huonoiten Apotti (5.6) (Taulukko 1). Terveyskeskuksissa parhaan arvosanan on saanut Effica (7.5), sekä huonoimman Mediatri (6.7) (Taulukko 2). Sosiaalihuollossa taas parhaimman arvosanan on saanut DomaCare (7.5), sekä huonoimman Pegasos (6.9) (Taulukko 3). (Kyytsönen, ym., 2020.) Kuten voidaan huomata se, että Suomessa on käytössä useita eri järjestelmiä ja tulevaisuudessa todennäköisimmin pärjäävät ne yritykset, jotka pystyvät luomaan järjestelmistään mahdollisimman älykkäitä, mutta myös helppokäyttöisiä. Helppokäyttöisyys on terveydenhuollon tietojärjestelmissä tärkeää, koska kukaan hoitaja tai lääkäri ei varmasti halua järjestelmän haittaavan työntekoaan.

Taulukko 1. Sairaanhoidajien antamat kouluarvosanat käyttämilleen tietojärjestelmille julkisissa sairaaloissa. (Mukaeltu lähteestä Kyytsönen ym., 2020)

Järjestelmä	Kouluarvosanojen keskiarvo
Apotti	5.6
Effica terveydenhuolto	7.1
Esko	8.2
Lifecare	6.9
Mediatri	6.6
Pegasos	7.1
Uranus	7.3

Taulukko 2. Sairaanhoidajien antamat kouluarvosanat käyttämilleen tietojärjestelmille terveyskeskuksissa. (Mukaeltu lähteestä Kyytsönen ym., 2020)

Järjestelmä	Kouluarvosanojen keskiarvo
Effica terveydenhuolto	7.5
Lifecare	7.3
Mediatri	6.7
Pegasos	7.0

Taulukko 3. Sairaanhoidajien antamat kouluarvosanat käyttämilleen tietojärjestelmille sosiaalihuollossa. (Mukaeltu lähteestä Kyytsönen, 2020)

Järjestelmä	Kouluarvosanojen keskiarvo
DomaCare	7.5
Lifecare	7.4
Pegasos	6.9

Virtuaaliseen alatyyppiin kuuluviksi esimerkeiksi Malik ym. (2019) kertovat erilaiset fyysiset tekoälypohjaiset apurobotit sekä erilaiset älykkäät proteesit. He mainitsevat artikkelissaan, että terveydenhuollossa merkittävässä osassa tekoälyn käyttöä on erilaiset neuroverkot, asiantuntijajärjestelmät, Bayesin verkot sekä hybridi-älyjärjestelmät. (Malik ym., 2019.)

4.1 Koneoppiminen terveydenhuollon tukena

Koneoppimisen yhteydessä on puhuttu tässä tutkielmassa niin ohjatusta-, ohjaamattomasta ja puoliohjatusta oppimisesta. Terveydenhuollossa, jokainen näistä oppimismenetelmistä on merkittävä ja oikein käytettynä ne pystyvät luomaan mahtavia asioita datasta. Kuten edellä on mainittu siitä, että terveydenhuollossa syntyvän datan määrä kasvaa jatkuvasti ja sen vuoksi datan käsittely vaikenee jatkuvasti. Koneoppiminen on yksi hyvä tapa siihen, että kyseistä datasta saadaan irti ihmisille tärkeitä asioita.

Koneoppimisen avustuksella pystytään esimerkiksi ennustamaan ihmisen riskiä sairastua tiettyyn sairauteen. Tämä on merkittävä asia siksi, että siten voidaan mahdollisesti jopa pelastaa ihmisen sairastuminen. Epidemiologia on merkittävä asia kaikille ihmisille, sillä sen avustuksella tutkitaan sairauksien esiintymistä väestössä ja pyritään ennustamaan niitä. Koneoppiminen on yleistynyt epidemiologian tukena jatkuvasti ja tulee lisääntymään tulevaisuudessa yhä enemmän. Wiens ja Shenoy (2018) mukaan koneoppiminen on jo tänä päivänä muuttanut suuntaa epidemiologian tulevaisuutta ajatellen ja luonut paljon mahdollisuuksia siinä, että yhä enemmän pystyttäisiin ennustamaan sairauksien ilmenemistä ihmisten keskuudessa. Kuten aiemmin tässä tutkielmassa on mainittu siitä, miten koneoppiminen perustuu siihen, että sillä voidaan yrittää löytää yhteneväisyyksiä sekä erilaisia malleja datasta. Terveydenhuoltoa ajatellen dataa, jota koneoppimista varten voidaan tarvita, on esimerkiksi potilaskertomukset, ihmisten terveydentilat ja ominaisuudet sekä paljon muuta. Tekoäly voi sitä kautta etsiä yhteyksiä esimerkiksi eri ihmisten välillä ja vertailla tietoja toisiinsa ja parhaassa tapauksessa löytää malleja, jotka toistuvat esimerkiksi tiettyjen sairauksien yhteydessä ennen henkilöiden sairastumista. Joten voidaan todeta, että koneoppimisella voi olla suuri merkitys epidemiologiassa. Wiens ja Shenoy (2018) nostavat artikkelissaan esimerkiksi sen, että epidemiologiassa voidaan ohjatun oppimisen algoritmien välityksellä tutkia sitä, onko ihminen saanut tartuntaa ja mikäli on, voidaan verrata sitä muihin henkilöihin.

4.2 Syväoppiminen terveydenhuollossa

Kaul, Raju ja Tripathy (2022) nostavat esiin artikkelissaan sen, että syväoppimisesta on kehittynyt nopeasti merkittävä työkalu erilaisten sairauksien ennustamisessa sekä diagnosoinnissa. He myös väittävät artikkelissaan, että syväoppiminen on erittäin suositeltava menetelmä, kun käsitellään ja analysoidaan lääketieteellistä dataa, koska syväoppimiseen käytettävät algoritmit myötäilevät ihmisaivojen kaltaista toimintaa ja ovat sen takia erittäin tehokkaita (Kaul ym., 2022). Kuten edellä mainitaan siitä, että syväoppimisesta on kehittynyt nopeasti merkittävä työkalu terveydenhuollossa, on sen historia myös moneen muuhun tekoälyn tekniikkaan verrattuna erittäin lyhyt. Terveydenhuollossa syväoppimista käytetään diagnosoinnin ja sairauksien ennustamisen lisäksi myös tautien etenemisen tutkimiseen, henkilökohtaisten hoitojen suunnitteluun, potilaiden yleiseen hoitoon sekä tulkitsemaan erilaisia röntgen- sekä magneettikuvia (Kaul ym., 2022; Kelleher, 2019).

Yhtenä esimerkkinä syväoppimisen hyödyntämisestä ihmisten sairauksien ennustamiseen on DeepCare. DeepCare-toiminta perustuu siihen, että sille annetaan sisääntulona henkilöiden potilaskertomuksia ja niistä DeepCare on kykeneväinen ennustamaan mahdollisia tulevia sairauksia (Pham, Tran, Phung & Venkatesh, 2017). DeepCare on rakennettu Long short-term Memory (LSTM) -neuroverkon päälle. LSTMneuroverkolla tarkoitetaan pitkää lyhytaikaista muistia, jonka toiminta perustuu

siihen, että neuroverkossa tietoa tallennetaan soluihin. DeepCare käyttää tällaista neuroverkkoa siihen, että sen avulla pystytään ennustamaan potilaalla mahdollisesti tulevia terveyteen liittyviä ongelmia (Pham ym., 2017). Tällainen ohjelmisto on hyvä esimerkki siitä, mihin tulevaisuudessa voidaan pystyä ja miten tekoälyä voidaan hyödyntää niin tärkeässä asiassa, kun terveydenhuolto on. Kuitenkin siihen, että DeepCaren käyttö olisi kattavaa ja virheetöntä, vaaditaan paljon kehitystä ja tutkimusta. Pham ym. (2017) nostavatkin esiin, että DeepCaressa on useita käyttöä rajoittavia asioita, esimerkiksi kun potilas on nuori ja hänestä on vain vähän tietoa, ei oikeanlaisiin tuloksiin voida päästä. Tämä asia pätee myös vanhempiin ihmisiin, joista on vain vähän tietoa esillä. He nostavat myös esimerkiksi rajoitteena sen, että DeepCaressa hyödynnettävä data pitää olla koodattua, kuten esimerkiksi entisiä sairauksia, toimenpiteitä, lääkityksiä sekä diagnooseja, eikä esimerkiksi numeerisia tietoja voida käyttää hyväksi ohjelmiston käytön yhteydessä. Kokonaisuutena DeepCare on erittäin mielenkiintoinen ja oikein kehitettynä yksi tulevaisuuden merkittävistä työkaluista terveydenhuollossa. On kuitenkin tärkeää vielä muistaa ajatella kriittisesti järjestelmän käyttöä ja sen antamia tuloksia.

Edellisessä esimerkissä nostettiin esiin syväoppimisesta terveydentilojen ja sairauksien ennustamiseen käytetty ohjelmisto. Toiseksi esimerkiksi syväoppimisen hyödyntämisestä terveydenhuollossa on dementian tutkimiseen käytettävä ohjelmisto. Kavitha, Murugan ja Sathiyarayanan (2021) nostavat esiin, että dementiaa voidaan tutkia syväoppimiseen tarkoitetun algoritmin avustuksella käyttäen hyödyksi magneettikuvia (MRI), tietokonetomografiaa (CT) sekä Positroniemissiotomografiaa (PET). Dementian tutkiminen on erittäin tärkeää, sillä sairautena se on maailman laajuinen ja vaikuttaa merkittävästi ihmisen elämään. Syväoppimista dementian tutkimiseen on käytetty esimerkiksi siinä, että voidaan erottaa edellä mainituista kuvista normaaliin ikääntymiseen liittyvät merkit dementiasta.

Syväoppiminen tulee varmasti tulevaisuudessa vakiinnuttamaan paikkaansa yhtenä merkittävimmistä tekoälyn teknologioista. Syväoppimisen avustuksella on jo tänä päivänä saatu merkittäviä tuloksia ja viitteitä sen mahdollisuuksista, kuten esimerkeistään voidaan huomata.

4.3 Neuroverkot terveydenhuollossa

Monet tekoälyn oppimistekniikat, kuten esimerkiksi koneoppiminen sekä syväoppiminen käyttävät hyödyksi neuroverkkoja ja neuroverkot ovatkin perusta moneen tekoälyn eri osa-alueeseen. Neuroverkot ovat merkittävässä osassa myös terveydenhuoltoon liittyvissä tekoälyllisissä asioissa, kuten esimerkiksi syväoppimisen yhteydessä nostetun esimerkin DeepCaren käytössä. DeepCare on nimenomaan rakennettua LSTM neuroverkon päälle (Pham ym., 2017). Neuroverkkoja on käytetty terveydenhuollossa esimerkiksi: ECGn sekä EEGn analysoimiseen, tehohoitoon, Gastroenterologiaan, Onkologiaan, Pulmonologiaan, Neurologiaan sekä Cardiologiaan (Kumar & Kumar, 2013).

Edellä mainituista terveydenhuollon osa-alueista ja tutkimuskohteista yksi ihmisille olennaisimmista asioista, jonka apuna käytetään neuroverkkoja, on Neurologia. Neurologiassa tutkitaan ihmisten aivoja ja niissä mahdollisesti esiintyviä sairauksia. Joshi, Rana sekä Misra (2010) kertovat artikkelissaan siitä, että neuroverkkojen avulla on pystytty havaitsemaan sekä luokittelemaan erilaisia aivoihin liittyviä syöpiä. He kertovat, että tällaisia tuloksia on saatu siten, että neuroverkon avustuksella on tutkittu magneetikuvia ja sitä kautta onnistuttu luokittelemaan sekä tunnistamaan aivosyöpää sekä sen eri luokkia. Tämä onkin erittäin merkittävä asia, sillä ihmisten aivot ovat erittäin tärkeä osa ihmistä ja ihmisen toimintakykyä. Tätä asiaa tukee myös se, että Joshi, Rana ja Misra (2010) ovat nostaneet artikkelissaan esiin sen, että aivosyöpää on 120 eri tyyppiä, jotka eroavat toisistaan, ja ovat yleisesti ajatellen erittäin monimutkaisia kasvaimia.

Kuten tämän luvun alusta voidaan huomata se, että neuroverkkojen käyttö ei rajaudu pelkästään neurologian yhteyteen, on erilaisia neuroverkkoja käytetty esimerkiksi sydänsairauksien sekä keuhkosityövän tutkimiseen. Sydänsairauksien tutkimusten tärkeys nousee esiin sillä, että Kivimäki, Vahtera sekä Elovainion (2005) mukaan erilaiset sydän- ja verisuonitaudit ovat johtavassa asemassa eri kuolinsyissä länsimaissa. Ihminen voi sairastaa sydämeen liittyviä sairauksia tietämättään siitä, joka on yksi syy sille, miksi neuroverkkoja on alettu tutkimaan niiden yhteydessä (Olaniyi, Oyedotun, Helwan & Adnan, 2015). Myös keuhkosityövän tutkimisen yhteydessä on päästy merkittäviin tuloksiin, sillä Nasser ja Abu-Naser (2019) kertovat, että neuroverkkojen avustuksella käyttäen ANN-mallia on pystytty tunnistamaan keuhkosityöpää 96,67% tarkkuudella. Heidän mielestään neuroverkot ovat jo tänä päivänä toimiva apuväline lääkäreille keuhkosityövän tutkimisessa ja tunnistamisessa.

5. Löydökset ja pohdinta

Tutkimuksen tarkoitus oli tutkia ja paneutua siihen, miten tekoälyä voidaan hyödyntää terveydenhuollossa ja tutkimuskysymyksenä olikin “miten tekoälyä hyödynnetään terveydenhuollon tukena?” Tähän kysymykseen ei ole olemassa yhtä yksinkertaista vastausta, vaan tekoälyä tutkitaan ja hyödynnetään monella eri tavoin terveydenhuollon tukena.

Tutkielmasta nousi esiin se, että tekoälyä käytetään ja tutkitaan paljon terveydenhuollossa siinä, että sen avulla pystyttäisiin ennustamaan ja diagnosoimaan sairauksia. Esimerkkinä sairauksien ennustamisesta tekoälyn avulla voitaisiin nostaa Wiens ja Shenoy (2018) kertoma väite siitä, että tekoälyä ja tarkemmin sanottuna koneoppimista käytetään hyödyksi epidemiologiassa. Epidemiologian tarkoituksena onkin tutkia eri sairauksien esiintymistä väestössä, jonka avulla siinä pyritään ennustamaan eri sairauksien mahdollisuuksia. Mikäli koneoppimisen avulla saadaan tulevaisuudessa merkittäviä näyttöjä sen toimivuudesta, voidaan sillä mahdollisesti ennalta ehkäistä vakaviakin sairauksia väestössä. Yhtenä esimerkkinä, millaisessa tilanteessa kehittynyttä koneoppimista voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää, on maailmanlaajuisten pandemioiden ennustamisessa. Olisiko esimerkiksi koronapandemia, voitu ennustaa ja mahdollisesti hillitä tai ennaltaehkäistä, jos koneoppiminen olisi ollut epidemiologiassa tarpeeksi kehittynyttä? Tällaiseen kysymykseen on erittäin vaikeaa löytää ratkaisua, mutta toivon mukaan tulevaisuudessa koneoppiminen voisi olla merkittävä työkalu epidemiologiassa.

Edellä mainittiin siitä, että tekoälyä on käytetty ja tutkitaan jatkuvasti sairauksien diagnosoimiseen. Tämä väite onkin erittäin mielenkiintoinen ja tärkeä asia ihmisille sillä, oikeanlaisella sairauksien diagnosoimisella voidaan antaa ihmisille heidän tarvitsemaansa hoitoa. Lupaavia esimerkkejä tästä on muun muassa Nasserin ja Abu-Naserin (2019) artikkelissa kerrotun tutkimuksen tulos, siitä miten neuroverkkoja käyttävä ohjelmisto on pystynyt tunnistamaan 96,67 prosentin tarkkuudella keuhkosityöpää. Toisena lupaavana esimerkkinä on myös se, että neuroverkkoja käyttävä ohjelmisto on pystynyt tunnistamaan aivosyöpää ja luokittelemaan sitä sen eri tyypeihin (Joshi ym., 2010). Voidaan huomata se, että sairauksien tunnistamisen ja luokittelun yhteydessä termi “syöpä” nousee usein esiin. Syövän tunnistaminen ja luokittelu on erittäin merkittävä asia tekoälyn sekä terveyden hoidon kehityksessä ja tulevaisuudessa siksi, että syöpä on yksi yleisistä ihmisten kuolinsyistä, ja mikäli sitä voidaan tunnistaa tarpeeksi ajoissa, voi esimerkiksi leikkaushoitojen onnistumisen mahdollisuudet kasvaa merkittävästi.

Tekoälyn avulla on päästy lupaaviin tuloksiin muun muassa sairauksien diagnosoimisessa, ennustamisessa sekä luokittelussa. On kuitenkin erittäin tärkeää myös suhtautua näihin tuloksiin ja tutkimuksiin kriittisesti. Tekoälyä voidaan käyttää hyvänä työkaluna ja apuvälineenä terveydenhuollossa, kuten esimerkiksi Nasserin ja Abu-Naserin (2019) artikkelissa on nostettu esiin. Artikkelissa mainittu 96,67 prosentin tarkkuus on hyvä ja lupaava tulos. Kuitenkin voidaan huomata, että siitä jää puuttumaan 3.33 prosenttia siitä, että voidaan olla täysin varmoja asiasta ja tuloksista. Myös toisena esimerkkinä tutkielmasta kannattaa ottaa huomioon DeepCare, joka pyrkii ennustamaan henkilön tulevia sairauksia, sekä ongelmia terveydessä (Pham ym., 2017). Pham ym. (2017) nostavat artikkelissaan esiin sen, että DeepCaren käytön yhteydessä on useita

rajoittavia tekijöitä, kuten esimerkiksi aineiston vähyys esimerkiksi nuorella ihmisellä ja se, että DeepCarelle syötettävä data pitää olla koodattua tietoa entisistä sairauksista, toimenpiteistä, lääkityksistä tai diagnooseista, eikä esimerkiksi numeerisella tiedolla ole käyttöä sen kanssa. Tällaisten asioiden ja faktojen takia on tärkeää muistaa myös haastaa tutkimuksia ja niistä saatuja tuloksia.

Terveydenhuollossa tekoälyä tullaan varmasti tulevaisuudessa tutkimaan yhä enemmän, ja sen merkitys tulee kasvamaan jatkuvasti, kun tarvittavaa kehitystä saadaan aikaiseksi. Toki myös tekoälyn merkitys tulee kasvamaan muissakin yhteyksissä kuin terveydenhuollossa. Tekoäly tulee varmasti luomaan erittäin paljon mielenkiintoisia ja merkittäviä mahdollisuuksia eri yrityksille ja toimijoille. Myös terveydenhuollon sektorissa työskenteleville ohjelmoijille ja sen alan yrityksille voi olla tulevaisuudessa erittäin kannattavaa olla mukana kehittämässä älykkäämpää tulevaisuutta terveydenhuollossa tekoälyn avustuksella. Myös voidaan todeta se, että tekoälyn lisääntyessä myös tarve alan ammattilaisille tulee kasvamaan.

Tekoälyn hyödyntämisestä terveydenhuollossa on erittäin vaikeaa päästä tarkempiin lopputuloksiin pelkästään kirjallisuuskatsauksen avustuksella ja onkin tärkeää, että tarkemmat tutkimustulokset saadaan esimerkiksi kvantitatiivisella tutkimuksella, kun tässä tutkielmassa havainnot ja tulokset pohjautuvat kvalitatiiviseen tutkimukseen. Mielestäni kuitenkin tutkielman pohjalta voidaan todeta, että tekoäly on antanut lupaavia tuloksia, mutta sen tutkiminen ei ole vielä ohi, ja mikäli tulevaisuudessa sitä halutaan hyödyntää enemmän ja saada varmempia tuloksia, on tärkeää pyrkiä tutkimaan sitä enemmän.

6. Yhteenveto

Tutkielman tavoitteena oli tutkia tekoälyä terveydenhuollossa yleisellä tasolla. Tavoitteena oli kirjallisuuskatsauksen avulla tehdä kvalitatiivista tutkimusta ja sitä kautta rikastaa lukijan tietämystä tekoälystä ja sen mahdollisuuksista. Tekoälyä tutkitaan sekä käytetään paljon erilaisten asioiden yhteydessä. Useat isot yritykset, kuten artikkelissa esiin nostetut Meta (ent. Facebook) ja Google tutkivat ja käyttävät tekoälyä hyödyksi omissa tuotteissaan ja palveluissaan. Myös tutkielmassa tuli hyvin esiin se, että tekoälyn tutkiminen on jatkunut pitkän aikaa ja sen avulla on saatu lupaavia tuloksia. Myös tekoälyn suunta terveydenhuollossa on kiinnostava ja sen luomia mahdollisuuksia kannattaakin tutkia tulevaisuudessa.

Terveydenhuollossa käytetystä tekoälystä tarvitaan lisää erilaisia tutkimuksia, joiden avulla toivottavasti tulevaisuudessa päästään mahdollisimman lähelle sadan prosentin tarkkuutta ja luotettavuutta. Kuitenkin siihen on vielä edessä pitkä taival. Tutkimus osoitti myös sen, että tekoälyä on todella tutkittu ja hyödynnetty moneen eri asiaan lääkäreiden ja sairaanhoitajien tukena, eikä kaikkia esimerkkejä edes pystytty nostamaan esiin tässä tutkielmassa. Tulevaisuutta ajatellen olisi tärkeää tehdä enemmän tutkimusta tekoälyn eri osa-alueiden käytöstä terveydenhuollossa esimerkiksi koneoppimisen, syväoppimisen tai neuroverkkojen avustuksella, ja rajata aihetta tarkemmin niihin, kuin tässä tutkielmassa on tehty. Myös ohjaamaton-, puoliohjattu-, vahvistus- sekä ohjattu oppiminen olisi erittäin mielenkiintoinen ja tärkeä aihe tutkia terveydenhuollon yhteydessä. Kvalitatiivinen tutkimus soveltuu hyvin yleistävään ja asian tietoisuuden lisäämiseen. Kuitenkin jatkotutkimuksissa olisi hyvä käyttää myös kvantitatiivista tutkimusta, jonka avulla voitaisiin saavuttaa tarkempia tuloksia.

Yleisesti ajatellen myös tekoälyn hyödyntäminen tulee varmasti lisääntymään ihmisten arkielämässä ja siksi on tärkeää, että oikeat ja pätevät ihmiset ovat sitä kehittämässä. Kun ajatellaan sitä, että tekoälyn tavoite jossakin muodossa on toimia ja ajatella, kuten ihminen on tärkeää muistaa, että ihmisetkin tekevät ja ajattelevat pahoja ja väärinä asioita. Siksi on erittäin tärkeää, että tekoälyn kehitys jatkuu kohti hyviä ja ihmiskuntaa hyödyttäviä asioita, eikä esimerkiksi pahoihin tarkoituksiin.

Lähteet

- Begg, R., Kamruzzaman, J., & Sarker, R. (Eds.). (2006). *Neural networks in healthcare: Potential and challenges: Potential and challenges*. Igi Global. Viitattu 25.11.2022. Saatavilla: <https://books.google.fi/books>
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). *Introduction to algorithms*. MIT press. Viitattu 25.11.2022. Saatavilla: <https://books.google.fi/books>
- Dada, E. G., Bassi, J. S., Chiroma, H., Adetunmbi, A. O., & Ajibuwa, O. E. (2019). Machine learning for email spam filtering: review, approaches and open research problems. *Heliyon*, 5(6), e01802. Viitattu 25.11.2022. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844018353404>
- Dash, S., Shakyawar, S. K., Sharma, M., & Kaushik, S. (2019). Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of Big Data*, 6(1), 1-25. Viitattu 20.11.2022. Saatavilla: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40537-019-0217-0>
- Dhillon, A., & Singh, A. (2019). Machine learning in healthcare data analysis: a survey. *Journal of Biology and Today's World*, 8(6), 1-10. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: [Machine Learning in Healthcare Data Analysis: A Surveyhttps://www.iomcworld.org › articles › machine-learning-i...](https://www.iomcworld.org › articles › machine-learning-i...)
- Ertel, W. (2018). *Introduction to artificial intelligence*. Springer. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: <https://books.google.fi/books>
- Guyon, I., Von Luxburg, U., & Williamson, R. C. (2009). Clustering: Science or art. In *NIPS 2009 workshop on clustering theory* (pp. 1-11). Vancouver, BC, Canada: NIPS. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: <https://stanford.edu/~rezab/nips2009workshop/opinions/opinion-artorscience.pdf>
- 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. Viitattu 23.11.2022. Saatavilla: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0008125619864925>
- Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. *Business horizons*, 61(4), 577-586. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007681318300387>
- Joshi, D. M., Rana, N. K., & Misra, V. (2010, May). Classification of brain cancer using artificial neural network. In *2010 2nd international conference on electronic computer technology* (pp. 112-116). IEEE. Viitattu 21.11.2022. Saatavilla: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5479975>
- Kaul, D., Raju, H., & Tripathy, B. K. (2022). Deep learning in healthcare. In *Deep Learning in Data Analytics* (pp. 97-115). Springer, Cham. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75855-4_6

- Kavitha, D., Murugan, A., & Sathiyarayanan, M. (2021, January). Deep Analysis of Dementia Disorder Using Artificial Intelligence to Improve Healthcare Services. In *2021 International Conference on COMMunication Systems & NETWORKS (COMSNETS)* (pp. 378-380). IEEE. Viitattu 22.11.2022. Saatavilla: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9352897>
- Kelleher, J. D. (2019). *Deep learning*. MIT press. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: <https://books.google.fi/books>
- Kivimäki, M. I. K. A., Vahtera, J., & Elovainio, M. (2005). Työ, stressi ja sydän- ja verisuonitaudit. *Duodecim*, *121*, 473-5. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo94843.pdf>
- Kumar, S. S., & Kumar, K. A. (2013). Neural networks in medical and healthcare. *International Journal of Innovation and Research Development*, *2*(8), 241-44. Viitattu 27.11.2022. Saatavilla: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
- Kyytsönen, M., Hyppönen, H., Koponen, S., Kinnunen, U. M., Saranto, K., Kivekäs, E., Kaipio, J., Heponiemi, T. & Vehko, T. (2020). Tietojärjestelmät sairaanhoitajien työn tukena eri toimintaympäristöissä: kokemuksia tuotemerkeittäin. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: <https://erepo.uef.fi/handle/123456789/8847>
- Loftus, T. J., Tighe, P. J., Filiberto, A. C., Efron, P. A., Brakenridge, S. C., Mohr, A. M., ... & Bihorac, A. (2020). Artificial intelligence and surgical decision-making. *JAMA surgery*, *155*(2), 148-158. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: <https://jamanetwork.com/journals/jamasurgery/article-abstract/2756311>
- Malik, P., Pathania, M., & Rathaur, V. K. (2019). Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of family medicine and primary care*, *8*(7), 2328. Viitattu 19.11.2022. Saatavilla: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6691444/>
- Munn, Z., Peters, M. D., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC medical research methodology*, *18*(1), 1-7. Viitattu 19.11.2022. Saatavilla: <https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Mujumdar, A., & Vaidehi, V. (2019). Diabetes prediction using machine learning algorithms. *Procedia Computer Science*, *165*, 292-299. Viitattu 22.11.2022. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920300557>
- Nasser, I. M., & Abu-Naser, S. S. (2019). Lung cancer detection using artificial neural network. *International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS)*, *3*(3), 17-23. Viitattu 29.11.2022. Saatavilla: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3369062
- Olaniyi, E. O., Oyedotun, O. K., Helwan, A., & Adnan, K. (2015). Neural network diagnosis of heart disease. In *2015 International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME)* (pp. 21-24). IEEE. Viitattu 27.11.2022. Saatavilla: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7323241>
- Pham, T., Tran, T., Phung, D., & Venkatesh, S. (2017). Predicting healthcare trajectories from medical records: A deep learning approach. *Journal of biomedical*

- informatics*, 69, 218-229. Viitattu 28.11.2022. Saatavilla:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046417300710>
- Picton, P. (1994). *Introduction to neural networks*. London: Macmillan. Viitattu 25.11.2022. Saatavilla: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-349-13530-1>
- Pinar Saygin, A., Cicekli, I., & Akman, V. (2000). Turing test: 50 years later. *Minds and machines*, 10(4), 463-518. Viitattu 27.11.2022. Saatavilla:
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011288000451>
- Rawson, T. M., Ahmad, R., Toumazou, C., Georgiou, P., & Holmes, A. H. (2019). Artificial intelligence can improve decision-making in infection management. *Nature Human Behaviour*, 3(6), 543-545. Viitattu 27.11.2022. Saatavilla:
<https://www.nature.com/articles/s41562-019-0583-9>
- Sagioglu, S., & Sinanc, D. (2013, May). Big data: A review. In *2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS)* (pp. 42-47). IEEE. Viitattu 24.11.2022. Saatavilla:
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6567202>
- Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). *Understanding machine learning: From theory to algorithms*. Cambridge university press. Viitattu 26.11.2022. Saatavilla:
<https://books.google.fi/books>
- Strelkova, O. (2017). Three types of artificial intelligence. Viitattu 15.11.2022. Saatavilla:
<http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/6479/142.pdf?sequence=1&i>
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT press. Viitattu 24.11.2022. Saatavilla: <https://books.google.fi/books/reinforcement-learning>
- Tran, B. X., Vu, G. T., Ha, G. H., Vuong, Q. H., Ho, M. T., Vuong, T. T., ... & Ho, R. C. (2019). Global evolution of research in artificial intelligence in health and medicine: a bibliometric study. *Journal of clinical medicine*, 8(3), 360. Viitattu 28.11.2022. Saatavilla: <https://www.mdpi.com/427588>
- Wiens, J., & Shenoy, E. S. (2018). Machine learning for healthcare: on the verge of a major shift in healthcare epidemiology. *Clinical Infectious Diseases*, 66(1), 149-153. Viitattu 25.11.2022. Saatavilla:
<https://academic.oup.com/cid/article/66/1/149/4085880>