

Minna Sipilä

TEKOÄLY

Hyödyntäminen TKI-toiminnassa

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Lokakuu 2018**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Marraskuu 2018	Tekijä/tekijät Minna Sipilä
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi Tekoäly. Hyödyntäminen TKI-toiminnassa.		
Työn ohjaaja FM Joni Jämsä	Sivumäärä 40	
Työelämäohjaaja FM Joni Jämsä		
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tekoäly toimeksiantajaorganisaation liiketoiminnassa. Työn tavoitteena oli löytää tekoälyn mahdollisia sovelluskohteita Centria-ammattikorkeakoulun yhteistyökumppaneille sekä miettiä käytänteitä, kuinka tekoälytietoisuutta voidaan levittää organisaation sisällä. Lisäksi tavoitteena oli muodostaa malli, jota noudattamalla voidaan ryhtyä kartoittamaan asiakasyritysten kanssa tekoälynsovelluskohteita liiketoiminnasta.</p> <p>Työn teoriaosuudessa käsiteltiin aluksi tekoälyn perusteita ja sovelluksia. Tämän jälkeen tarkasteltiin yleisimpiä tekoälyteknologioita ja niiden käytettävyyttä. Lopuksi selvitettiin, miten Centrian tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintayksikön henkilökunta voi auttaa asiakasyrityksiä hahmottamaan tekoälyn mahdolliset sovelluskohteet omassa liiketoiminnassaan.</p> <p>Esitetyt periaatteet todennettiin opinnäytetyön käytännön osiossa tekemällä Centrian asiakasyritykselle pilotti, kuinka hyödyntää tekoälyä tuotteiden lajittelussa yrityksen tuotannossa. Pilotti toteutettiin yhteistyössä japanilaisten tutkijavaihdossa olleiden opiskelijoiden kanssa.</p>		
Asiasanat koneoppiminen, neuroverkot, syväoppiminen, tekoäly, tekoälyteknologiat.		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date November 2018	Author Minna Sipilä
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Utilizing the results for R & D action		
Instructor Minna Sipilä	Pages 40	
Supervisor Joni Jämsä		
<p>The theme of this thesis was artificial intelligence in the organization's business cases. The aim of the thesis was to find potential applications for artificial intelligence for the Centria University of Applied Sciences partners and to think about the ways in which knowledge of artificial intelligence can be spread within the organization. In addition, the aim was to form a common model that can be followed to recognize the business cases where artificial intelligence applications can be used.</p> <p>The theoretical part of the thesis first discussed the basics and applications of artificial intelligence. After that, the thesis discusses the most common artificial intelligence technologies and their usability. Finally, the thesis describes the ways, how the employees of Centria unit of research, development and innovation can help local companies to recognize the potential cases where artificial intelligence could be used in their business.</p> <p>In the practical part of the thesis the principles were verified by making a demo for a Centria`s client company, how to utilize artificial intelligence in product sorting in the company`s production line. The practical part was carried out in co-operation with Japanese exchange students.</p>		
<p>Key words machine learning, neural networks, deep learning, artificial intelligence, artificial intelligence technologies</p>		

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TEKOÄLY	4
2.1 Data-analytiikka.....	6
2.2 Koneoppiminen.....	8
2.3 Keinotekoiset neuroverkot.....	11
2.4 Yhteiskunnalliset vaikutukset.....	14
3 ESIMERKKEJÄ TEKNOLOGIOISTA	17
3.1 Microsoft Cognitive Services.....	18
3.2 IBM Watson.....	19
3.3 Scikit-learn.....	20
3.4 TensorFlow.....	21
4 TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN TKI TOIMINNASSA	23
4.1 Terveydenhuollon sovelluskohteita.....	25
4.2 Teollisuuden sovelluskohteita.....	27
4.3 Myynnin sovelluskohteita.....	28
4.4 Finanssialan sovelluskohteita.....	30
4.5 Älykkäät ympäristöt.....	32
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	34
5.1 Pilotointi.....	34
5.2 Pohdinta.....	35
LÄHTEET	38
KUVIOT	
KUVIO 1: Tekoäly käsitteet.....	4
KUVIO 2: Datan kulku.....	7
KUVIO 3. Data lähteitä.....	7
KUVIO 4. Koneoppi.....	8
KUVIO 5. Koneoppimisen algoritmeja.....	9
KUVIO 6. Ylisovitus.....	11
KUVIO 7. Neuroverkko- malli.....	12
KUVIO 8. Neuroverkot.....	13
KUVIO 9. Tekoälyteknologiat ja sovellus esimerkit.....	17
KUVIO 10. Teknologiat kategorioittain.....	18
KUVIO 11. Cognitive Servicesin toimintoja.....	19
KUVIO 12. Watsonin ohjelmointirajapinnat.....	20
KUVIO 13. Kuinka edetä yrityksissä.....	23
KUVIO 14. Toimintamalli yrityksiin.....	25
KUVIO 15. Tekoälyn hyödyntämiskohteita.....	27
KUVIO 16. Tekoälyn hyödyntäminen teollisuudessa.....	28
KUVIO 17. Tekoälyn sovelluskohteita kaupanalalla.....	29

KUVIO 18. Finanssialan sovelluskohteita.....	32
KUVIO 19. Tekoäly älykkäissä ympäristöissä.....	33
KUVIO 20. Lajittelun toteutuskaavio.....	35

1 JOHDANTO

Tekoäly on saanut suurta huomiota mediassa viimeisen kahden vuoden kuluessa. Asiantuntijat kertovat tekoälyn kehityksen olevan eksponentiaalista, mikä on seurausta saatavilla olevan datan räjähdysmäisestä kasvusta sekä tietokoneiden laskentapotentiaalin kehittymisestä. Tekoälyä on tituleerattu uudeksi sähköksi, ja sen aiheuttamaa muutosta on verrattu 1950-luvulla alkaneeseen maatalouden murrokseen. Tekoälyä on hyödynnetty näyttävästi jo ainakin terveydenhuollossa sekä autoteollisuudessa. Kuitenkin aiheesta puhuttaessa useasti ensimmäinen mielikuva aiheesta on 1980-luvun tieteistoimintaelokuvassa esiintynyt kyborgihahmo (Haikonen 2017, 25.)

Tutkimusta alasta on tehty jo 60-luvulta lähtien, joten sinänsä tutkimusalue ei ole uusi. Tekoälyn kehitys onkin tehnyt aaltomaista liikettä tutkimusten alusta saakka. Aiheeseen liittyvät paradigmat tulevat useimmiten hyväksytyksi tutkimusyhteisön sisällä, minkä jälkeen optimistiset ennusteet lähitulevaisuudessa tapahtuvasta edistyksestä annetaan. 1960-luvulla tekoälyn ja eritoten neuroverkkojen ajateltiin jäljittelevän ihmisen kaltaista toimintaa. Näin ollen ajateltiin, että neuroverkot kykenisivät ratkaisemaan kaikki tekoälyn kehitykseen liittyvät ongelmat. 1980-luvulla taas vallitseva paradigma muodostui asiantuntijajärjestelmistä, jotka perustuivat loogiseen ajatteluun sekä ihmisten koodaamiin sääntöihin. Aallon huippua seurasi aina laskusuhdanne, kun toivottuja tuloksia ei kyetty saavuttamaan lyhyellä aikavälillä ja median kiinnostus aiheeseen hiipui ja tutkimustyöt suunnattiin muualle.

Tämän hetken tekoälytutkimuksissa pyritään keskittymään ongelmien hajottamiseen pienempiin osaluokkiin. Näin ongelmat saadaan määriteltyä paremmin ja ne pystytään ratkaisemaan yksitellen. Turha pohdinta siitä, mikä on oikeaa tekoälyä ja mikä taas ei, on jätetty toissijaiseksi ja keskitytään rakentamaan käytännöllisesti hyödyllisiä ratkaisuja todellisiin ongelmiin.

Kautta ihmishistorian, uudet keksinnöt ovat mullistaneet työelämää. Teollisuuden koneellistumisen myötä 1700-luvulla tuotanto ja sen tehokkuus nousivat valtaisan kasvuun. Tämän mullistuksen myötä työtehtävät teollisuuden parissa muuttuivat suuresti. Tekoälyn uskotaan olevan seuraava tällainen työelämää järjestyttävä muutos. Sen tuomat ratkaisut ja mahdollisuudet määrittelevät tulevaisuudessa yritysten menestyksen markkinoilla. Tämän vuoksi tulisi löytää uusia keinoja, joiden avulla tekoälyn mukanaan tuomat edut jakautuisivat paremmin kaikille, eivätkä ainoastaan niille, joilla on varaa uusimpaan tekoälyteknologiaan. Tekoälytietoisuuden jalkauttaminen yrityksille onkin erityisen tärkeässä asemassa myös tässä, jotta voimme tukea yritysten kilpailukykyä säilymistä tulevaisuudessa ja välttää erityisen

tekoälyliitin syntymistä. Mikäli uusin teknologia ja tekoälytietoisuus pysyvät vain pienen joukon käsissä, se voi johtaa ennennäkemättömään taloudelliseen eriarvoisuuteen. Tekoälyn kehityksellä on siis myös poliittinen puolensa. Tekoälyn käyttöä koskevan säännöstelyn tulisi noudattaa demokraattisia periaatteita, joiden mukaan kaikilla pitäisi olla oikeus osallistua keskusteluun ja päätöksen tekoon siitä, millaisen yhteiskunnan haluamme tulevaisuudessa jakaa. Jotta voi osallistua tähän keskusteluun, on ymmärrettävä tekoälyn perusteet. Tällöin pystymme arvioimaan kriittisesti asiantuntijoiden mielipiteitä.

Opinnäytetyöni toimeksiantaja on Centria-ammattikorkeakoulun tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintayksikkö. (TKI) Ammattikorkeakoulun tehtävänä on tarjota käytännönläheistä koulutusta sekä harjoittaa tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa, joka vastaa yritysten tarpeisiin niin paikallisella kuin kansallisellakin tasolla. Toiminnan tavoitteena on kehittää alueen yritysten ja organisaatioiden osaamista sekä tuoda uutta tietoa ja teknologioita näiden käyttöön. TKI-yksikön organisaatio koostuu asiantuntijoista ja opettajista, jotka toteuttavat tutkimus- ja kehittämistyötä ryhmissä. Centrian TKI-toiminta koostuu kolmesta eri osa-alueesta: hanketoiminnasta, elinkeinoelämälle tarkoitettua tuotekehitys- ja tuotannonkehityspalveluista sekä koulutuspalveluista.

Hankkeiden tai maksullisen palvelutoiminnan muodossa toteutetun TKI-toiminnan tulee olla tuloksellista ja sitä harjoitetaan tarkoitusta varten myönnetyllä erityisellä rahoituksella. Hankkeiden konsortiot koostuvat niin tutkimuslaitoksista kuin eri aloilla toimivista yrityksistä. Hankkeiden tarkoituksena on tuottaa uusia innovaatioita sekä kasvattaa tai tukea jo olemassa olevaa liiketoimintaa. Tutkimuslaitosten rooli keskittyy usein uusimpien teknologioiden sekä trendien tuntemukseen ja tutkimukseen, joiden avulla yritysten liiketoimintaa pyritään tukemaan, kehittämään ja kasvattamaan. Hankkeiden tulokset koostuvat uusista innovaatioista, tutkimustiedosta sekä tuotteista tai palveluista.

Tutkimuksessani käsittelen tekoälyä opinnäytetyöni toimeksiantajan kannalta. Kartoitan keinoja, joiden avulla Centrian TKI-toiminta kykenee tukemaan paikallisia yrityksiä tekoälyn tuomissa haasteissa sekä löytämään keinoja mahdollisten käyttökohteiden tunnistamisessa tuotannosta tai liiketoiminnasta. Tarkoituksena on kartoittaa tekoälylle olemassa olevia käyttökohteita, joiden avulla yritykset pystyvät kartoittamaan mahdolliset sovellukset omasta liiketoiminnastaan. Kun mahdolliset tekoälyn avulla ratkaistavat ongelmat on pystytty kartoittamaan yrityksen sisäisesti, voidaan seuraavaksi siirtyä selvittämään, onko yrityksellä tarpeeksi relevanttia dataa saatavilla ongelman ratkaisua varten, vai tulisiko datan kerääminen tuotannosta tai liiketoiminnasta aloittaa. Erityisen tärkeää olisi saada yritysten huomio kiinnit-

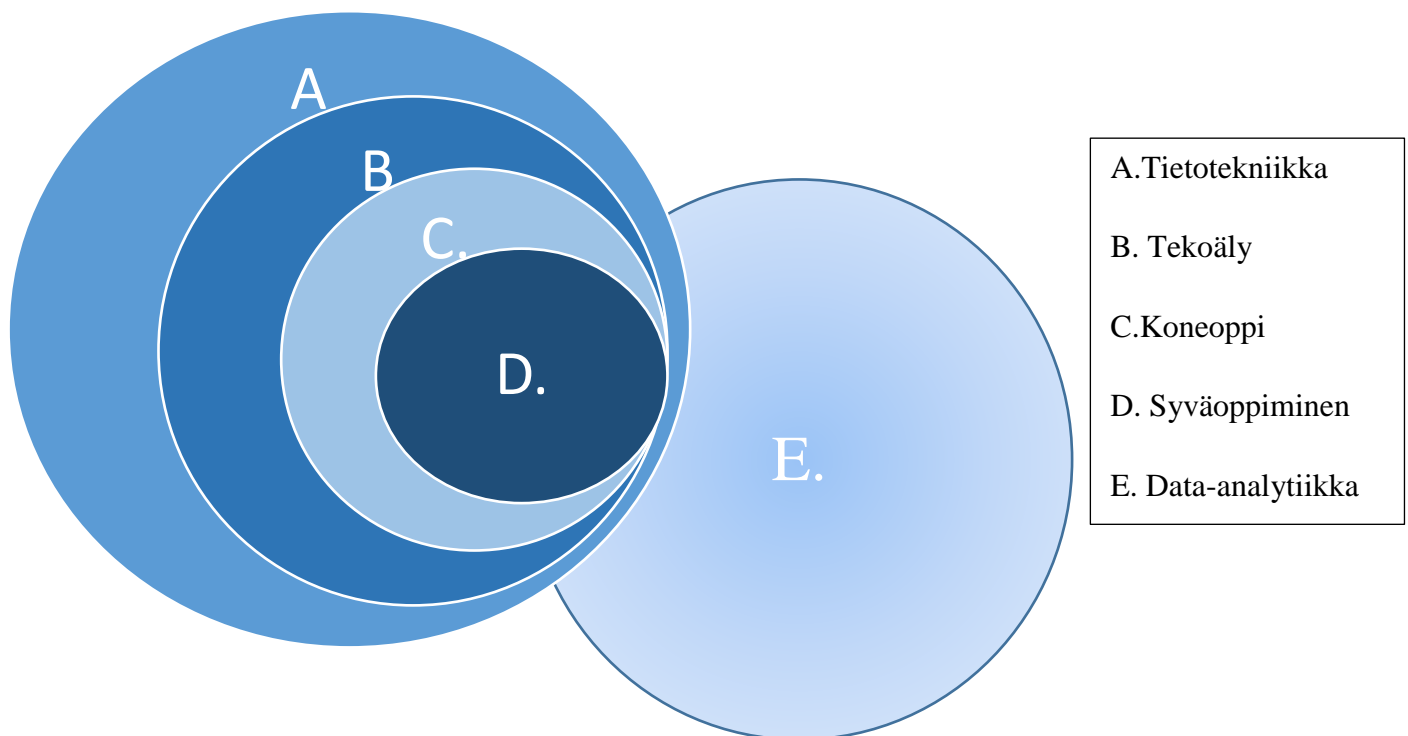
tymään oikeanlaisen datan keräämiseen. Vaikka sopivia käyttömahdollisuuksia ei tällä hetkellä ole saatavilla, voi datan keräämisen aloittaminen kahden vuoden kuluttua sovelluskohteiden kehityttyä olla jo liian myöhäistä yrityksen kilpailukyvyn kannalta.

Johdannon jälkeinen luku käsittelee tekoälyä aluksi yleisellä tasolla, minkä jälkeen lähestyn aihetta kolmen eri aihepiirin kautta. Näitä aihepiirejä ovat data-analytiikka, koneoppiminen sekä keinotekoiset neuroverkot. Tämän jälkeen siirryn käsittelemään tekoälyteknologioita jossa esittelen yleisimpiä teknologioita ja niiden toimivuutta muutaman esimerkin avulla. Seuraavassa luvussa tuon esille tekoälyn tuomia yhteiskunnallisia vaikutuksia, joiden avulla perustellaan miksi tekoälyn aikakauteen olisi hyvä valmistautua, ja mitä mahdollisia ongelmia tulisi huomioida ja välttää. Tästä luvusta siirryn käsittelemään ja tutkimaan asiaa Centrian TKI toiminnan kannalta. Tutkimustyöni tuloksena minun tulee ymmärtää tekoälyn tämän hetkinen tilanne ja kartoittaa tällä hetkellä käytössä olevia sovelluskohteita. Tutkimukseni tarkoituksena on myös löytää toimintamalli, jonka avulla Centrian TKI-toiminta voi auttaa yrityksiä pääsemään alkuun tekoälyn liittämässä osaksi yritysten liiketoimintaa. Viimeisenä lukuna työssäni on johtopäätökset ja pohdinta, jonka yhteydessä arvioin tutkimukseni tuloksista.

Lähteinä tutkimustyössäni käytän laajasti erilaisia lähteitä, kuten aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, tutkielmia, webinaareja sekä suoritan aiheeseen liittyvän Helsingin yliopiston järjestämän verkkokurssin, jonka opintomateriaali toimii myös yhtenä lähteistäni.

2 TEKOÄLY

Tekoäly on käsitteenä ehkä hieman vaikeasti ymmärrettävä. Alla olevassa kuviossa 1 on visualisoitu tekoälyyn liitettäviä käsitteitä. Aihetta on vaikea rajata, ja edes alan asiantuntijat eivät kykene siihen täysin. Tämä johtuu tekoälyyn liittyvästä paradoksisista. Kun koneella kyetään tekemään tehtäviä, joiden ajateltiin tarvitsevan inhimillistä ajattelua, ne muuttavat tekoälykäsitettä. Koska tehtävien suorittamiseen ei tarvittu koneelta minkäänlaista tietoisuutta, ei niitä silloin mielletä yhtä vahvasti tekoälyksi kuin aikaisemmin. Jos kymmenen vuotta sitten olisi sanottu, että tekoäly kykenee tunnistamaan vaaralliset ihomuutokset sekä toimimaan henkilökohtaisen assistentin tavoin ja tekemään esimerkiksi pöytävarauksen ravintolaan, olisimme ajatelleet sen vaativan jonkinasteista tietoisuutta koneelta. Kuitenkin nyt, kun nämä asiat ovat saavutettu, tiedämme että ne perustuvat puhtaasti tehokkaaseen laskentaan sekä saatavilla olevan datan suureen kasvuun. (Ailisto, Helaakoski, Dufva & Tuikka 2017, 2.)



KUVIO 1: Tekoäly käsitteet (mukaiillen Elements of AI 2018, 1)

Esimerkkinä aiheesta Risto Siilasmaa kertoo Amazonin kehittämästä virtuaalisesta assistentista, Alexa. Sitä on koulutettu puhumaan 16 000 tuntia vastaavalla data määrällä, mikä on suunnilleen saman verran kuin 16-vuotias ihminen on elämänsä aikana saanut kerättyä dataa aiheesta, joko kuulemalla tai

puhumalla. Siihen, mihin ihmiseltä kului aikaa oppia 16 vuotta, meni Alexalla aikaa kaksi tuntia. Teknologia kehittyy jatkuvasti, ja tulevaisuudessa tämän saman datamäärän saa opetettua Alexalle viidessä minuutissa, kun ihmiseltä siihen mene edelleenkin 16 vuotta. Kone kykenee käsittelemään valtavan määrän tietoa tuntematta sitä työlääksi tai raskaaksi, toisin kuin ihminen. Mitä enemmän dataa koneoppimiseen on käytettävissä, sitä viisaammiksi saamme koneet tulevaisuudessa opetettua. (Siilasmaa 2017.)

Alan Turingin vuonna 1950 määrittelemässä kokeessa, jolla testataan tietokoneen ihmismäisyyttä, kone määritellään älykkääksi, mikäli sen antamia vastauksia ei kyetä erottamaan ihmisen antamista vastauksista. Toisin sanoen tarkkailija ei kykene erottamaan, onko vastaajana ihminen vai kone. Tätä niin kutsuttua Turingin testiä ei ole läpäisty vielä yksimielisesti, vaikka chatbot-tyyppiset tekoälyt ovatkin päässeet lähelle. Vuonna 1949 Claude Shannon loi pelien rakentamiselle periaatteet pohtiessaan voitaisiinko tietokone ohjata pelaamaan shakkia. Nämä periaatteet ovat edelleen käytössä tekoälyn algoritmeissa sekä tiedonhaun tehostamisessa. Dartmounthissa Yhdysvalloissa pidettiin vuonna 1956 konferenssi, jossa alan tutkijat päättivät ruveta kutsumaan alaa nimellä Artificial Intelligence eli AI. Konferenssin jälkeen aloitettujen lukuisten tutkimusten tuloksena pystyttiin tekemään muun muassa laskentaa, älykstä tiedonhakua sekä tuottamaan luonnollista kieltä. Tekoälyn kehitykseen liittyvien ongelmien aliarviointi johti kiinnostuksen ja alan rahoituksen hiipumiseen 1970-luvulla, koska optimistisiin odotuksiin ei kyetty vastaamaan. (Martinen 2018, 155-156.)

Tekoäly voidaan jakaa karkeasti kahteen eri kategoriaan, heikkoon ja vahvaan tekoölyyn. Heikko tekoäly, Artificial Narrow Intelligence eli ANI kykenee ratkaisemaan yhtä sille ohjelmoitua ongelmaa, kuten tunnistamaan kissan kuvia, tai käsin kirjoitettuja numeroita. Vahvan tekoälyn, Artificial General Intelligence eli AGI:n ajatellaan saavuttavan tietoisuuden, ja pystyvän toimimaan ja ajattelemaan ihmisen kaltaisesti. Nykyään kaikki olemassa oleva tekoäly on heikkoa tekoälyä, ja vahvan tekoälyn saavuttaminen ei ole vielä pitkään aikaan mahdollista, vaan sen arvellaan olevan vielä vuosikymmenien päässä. (Merilehto 2018, 25.) Vaikka koneet kykenisivätkin oppimaan itsenäisesti sekä soveltamaan tätä oppimaansa, ei se tee niiden toiminnasta viisasta. Ne vain kykenevät toimimaan annettujen ohjeiden mukaisesti, eivätkä muuta toimintamalliaan ennen kuin toisin ohjelmoidaan. Tässä asiassa törmää usein käytettyyn esimerkkiin paperiliittimistä. Esimerkissä koneelle annetaan tehtäväksi tuottaa mahdollisimman paljon paperiliittimiä saatavilla olevista resursseista. Kun resurssit käyvät vähiin, voi kone tehdä päätelmän, että ihmiset hukkaavat liikaa paperiliittimien valmistukselle elintärkeitä resursseja, jolloin se tuhoaa ihmiskunnan. Tällöin jäljelle jää enemmän resursseja koneen päätehtävälle, paperiliittimien valmistukselle. (Elements of AI 2018, Chapter 6.) Nykyisten kapeiden AI-teknologioiden avulla tällaiset tapahtumat eivät voi käydä ikinä toteen.

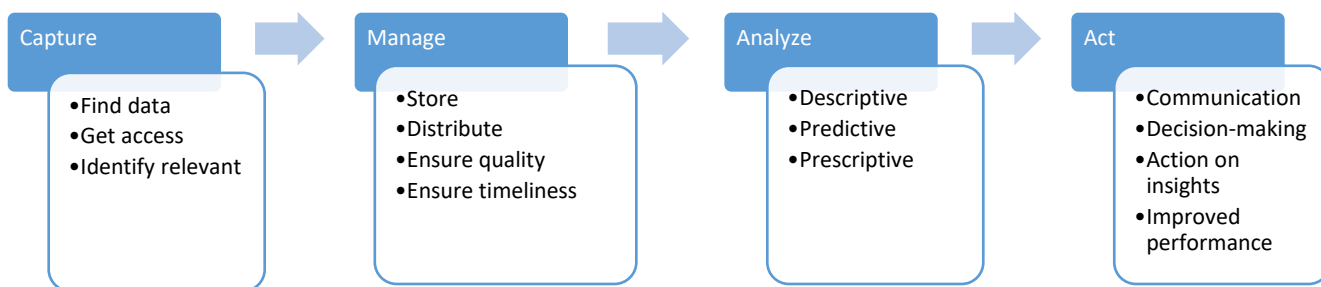
Tekoälyn tuoma muutos tulee koskettamaan palvelualoja teollisuutta voimakkaammin, kun tekoälyä soveltamalla tuodaan automaatio vahvemmin mukaan palvelu- ja tietotyöhön. Rutiininomainen, selkeitä ohjeita noudattava hallitussa ympäristössä toteutettava palvelu- ja hoitotyö kyetään korvaamaan suhteellisen helposti automaatiolla. Näitä tehtäviä ovat esimerkiksi asiakasneuvonta, etuuskäsittely, lainapäätökset sekä sijoitusneuvonta. Tällainen automatisointi toteutetaan aineettomalla ohjelmistolla, ja näin ollen se ei tarvitse toimijalta suuria investointeja, vaan on helposti toteutettavissa. Koska tietotyön automaatio ei vaadi suuria investointeja fyysisiin laitteisiin, kuten robotteihin tai työstökoneisiin, on se äärettömän skaalautuvaa (Ailisto ym. 2017, 4-5.)

Tekoälyn avulla pystytään luomaan taloudellista arvoa kahdella tavalla. Ensimmäinen tapa on tuottavuuden kasvattaminen, mikä mahdollistaa kansantuotteen kasvun, vaikka työkäisten määrä esimerkiksi Suomessa laskee. Toinen tapa on näiden automaatoratkaisuja toimittavien yritysten keräämät suuret tulot.

Tekoälyn menestys on riippuvainen siitä, millaista lisäarvoa se tuo elämään. Tekoälyn tuomilta ratkaisuilta odotetaan helpotusta työtehtäviin, terveydenhuollon tehostumista, vaarallisten ja rutiininomaisten työtehtävien siirtymistä ihmisiltä koneille sekä sosiaalisen median ja viihteen tuomaa iloa arkeen. Suomen kannalta ajateltuna vahvuudet tekoälyn hyödyntämisessä kumpuavat hyvästä koulutustasosta, kyvystä soveltaa nopeasti uusia teknologioita sekä yhteistyöstä yritysten ja tutkimuksen välillä. On kuitenkin hyvä pitää mielessä, että Suomen resurssit tekoälyn kehittämisessä ovat rajalliset, ja tästä syystä tulisi panostaa enemmän sen hyödyntämiseen ja soveltamiseen. Edellytyksenä menestykselle on avoin keskustelu sekä tekoälyn käytön sosiaalinen hyväksyntä. (Ailisto ym. 2017, 4-5.)

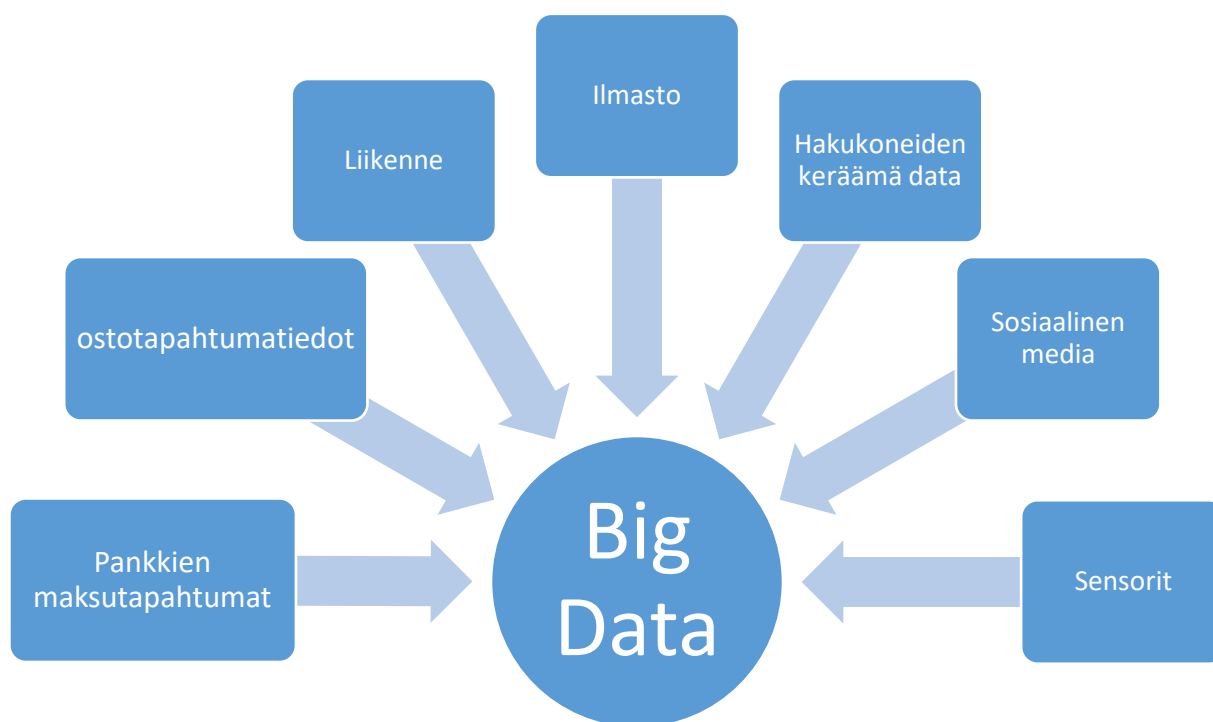
2.1 Data-analytiikka

Data-analytiikka on datan muuntamista teoiksi analysoinnin ja tutkinnan avulla. Se tarjoaa työkaluja parempien faktapohjaisten päätösten tekoon. Data-analytiikan hyödyntäminen yrityksissä on kasvanut viime aikoina merkittävästi. Jo vuonna 2013 yritysjohtajille tehdyn kyselyn mukaan 58% vastaajista oli sitä mieltä, että data-analytiikka on yritykselle elintärkeää (Joutsijoki 2017, 10-16.) Kuitenkin tutkimukset ovat myös osoittaneet organisaatioiden kokevan, että datan määrä on musertava, eikä sitä saada muuttettua tuloksiksi. Alla oleva kuvio 2 esittää datan kulun lähteestä hyödyntämiseen.



KUVIO 2: Datan kulku. (mukaillen Microsoft 2018, 22)

Viime vuosikymmenien aikana digitaalisessa muodossa kerätyn datan määrä on kasvanut valtaisesti. Tästä syystä myös kiinnostus erilaisten aineistojen/datojen analysointiin on kasvanut. Digitaalisesti kerätyn data muodostaa hyvin suuria tietokantoja, joista käytetään nimitystä Big Data. Kuviossa 3 kuvataan erilaisia datalähteitä. Data pystytään jakamaan järjestettyyn ja järjestämättömään dataan. Järjestetty data kerätään esimerkiksi kyselylomakkeiden avulla ja on luonteeltaan diskreettiä. Sitä säilytetään esimerkiksi relaatiotietokannoissa tai Excel-taulukoissa. Järjestelemätöntä dataa ei voida jakaa suoranaisesti mihinkään kategorioihin. Tällaista dataa ovat esimerkiksi videot, sähköpostit sekä sosiaalisen median tuottama data.



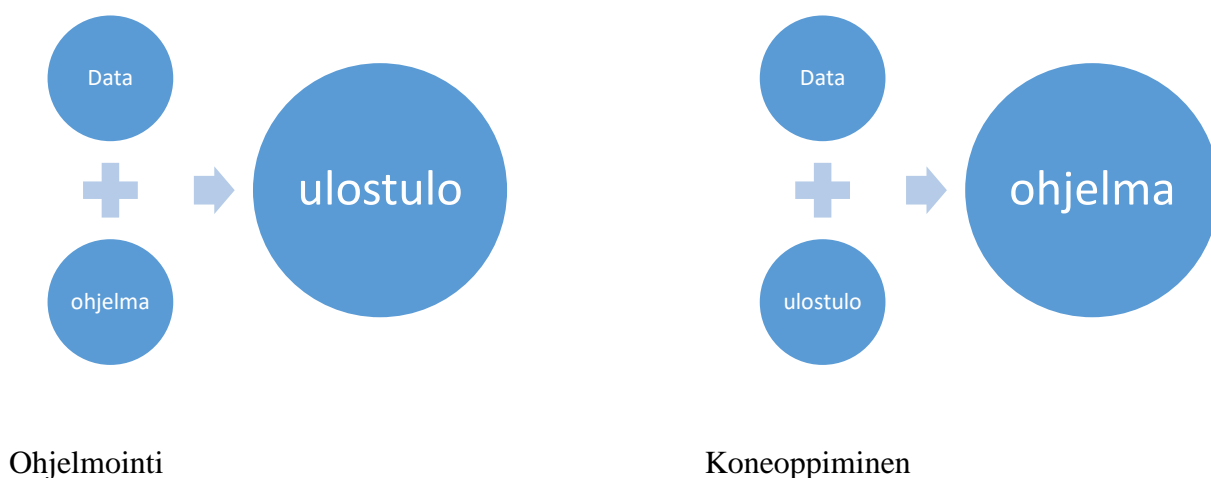
KUVIO 3. Datalähteitä

Suurten tietomassojen käsittelemiseen ja tallentamiseen tarvitaan uudenlaisia teknisiä toteutustapoja, josta syntyy uusia työmahdollisuuksia. Tässä piileekin datassa ja sen keräämisessä nähtävä suuri potentiaali. Dataa käytetään uusien yhteyksien löytämiseksi asioiden välillä tai vahvistamaan jo olemassa olevia käsityksiä. Jotta oleellinen info saadaan suuresta määrästä dataa esille, on sitä varten kehitetty erilaisia tietojenkäsittelymenetelmiä. Näitä menetelmiä kutsutaan myös tiedonlouhinnaksi, jonka avulla saatuja yhteenvetoja ja ominaisuuksia nimitetään malleiksi tai hahmoiksi. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset yhtälöt, klusterit, graafit ja puurakenteet. Tiedonlouhinta ei siis ole tilastotiedettä, koska siinä käsitellään dataa, jota ei ole suoranaisesti kerätty sitä varten (Joutsijoki 2017, 10-15.)

Tiedonlouhinta on yksi data-analyysin osa-alueista, joka on keskittynyt mallintamiseen ja tietämyksen muodostamiseen eritoten ennustamisen näkökulmasta. Data-analyysi on taas monipuolinen kokonaisuus, joka pitää sisällään kaiken datan keräämisestä ja siivoamisesta aina sen visualisointiin ja tulosten analysointiin. Tiedonlouhinta ja koneoppiminen ovat läheisiä käsitteitä keskenään, ja tiedonlouhinta voidaan lukea koneoppimisen sovellusalaksi (Joutsijoki 2017, 16.)

2.2 Koneoppiminen

Koneoppimisessa dataa käytetään valmiiksi ohjelmoidun toiminnon sijaan oppimiseen ja luokitteluun. Kun tavallisessa ohjelmoinnissa datan sekä ohjelmoinnin avulla saavutetaan jokin ulostulo, koneoppimisessa datan ja ulostulon avulla löydetään sopiva ohjelma kuten alla olevassa kuviossa 4 on esitetty (Joutsijoki 2017, 5.)



KUVIO 4. Koneoppi (mukaillen Chollet 2018, 5.)

Tarkasteltavasta lähteestä riippuen koneoppimiselle on useita määritelmiä. Lähtökohtana on oppimisprosessin suorittaminen ihmisen asemasta. Oppimisessa algoritmi kykenee parantamaan suorituskkyä perustuen aikaisempaan kokemukseen. Toisin sanoen opetetun algoritmin kyky tehdä ennustuksia on oppimista. (Joutsijoki 2017, 5) Jeremias Penttilä puolestaan määrittelee koneoppimisen tekoälyn osa-alueeksi, joka on kokoelma algoritmeja, jotka halutulla tavalla mukautuvat muutoksiin (Penttilä 2015, 3). Tämä toteutetaan luomalla opetteludataa, jossa tiedetään haluttu lopputulos ja syöte. Näin voidaan luoda algoritmi, jonka avulla päästään samaan lopputulokseen, kun käytetään samankaltaisia syötteitä. Kuviossa 5 on eritelty yleisimmin koneoppimisessa käytettyjä algoritmeja. Antti Siipola määrittelee koneoppimisen algoritmin kuvaukseksi keinosta, jolla haluttuun lopputulokseen päästään. Esimerkkinä hän mainitsee keittokirjat, jotka voitaisiin ymmärtää tietynlaisina algoritmikirjastoina, joissa ruokareseptit esittävät algoritmien osaa. Niissä ilmenee tie, kuinka haluttuun lopputulokseen päästään käytettävänä olevan aineiston avulla. (Siipola 2017, 16.)

Ohjattu oppiminen

- Päättöpuut
- Bayes-verkot
- Makrovin mallit
- Tukivektorikoneet
- K-lähimmän naapurin algoritmit

Ohjaamaton oppiminen

- Klusterointi
- K-means-klusterointi
- DBSCAN klusterointi
- Itseohjautuvat kartat ja neuroverkot

KUVIO 5. Koneoppimisen algoritmeja

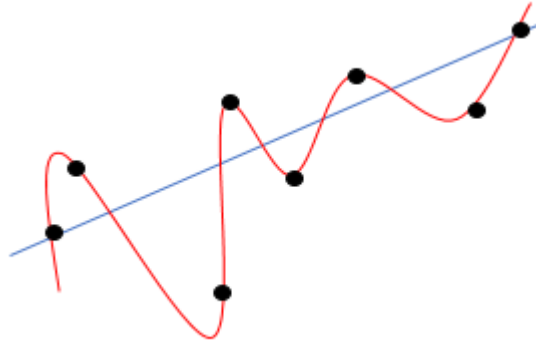
Koneoppiminen voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan: ohjattu oppiminen, ohjaamaton oppiminen ja vahvistusoppiminen. Ohjatussa oppimisessa algoritmille annetaan kysymys-vastauspareja, kuten esimerkiksi onko kuvassa kissa. Vastaus on joko kyllä tai ei, ja oppimisen tuloksena algoritmi osaa yhdistää oikeat vastaukset keskenään. Ohjaamattomassa oppimisessa opitaan malleja ilman suoraa palautetta. Tehtävänä on selvittää datan rakenteesta oikea ratkaisu. Vahvistusoppimisessa annetaan joko positiivista

tai negatiivista palautetta tuloksesta. Yleisesti käytettävä kohde on esimerkiksi pelit, missä lopputulos tiedetään vasta pelin päätyttyä. (Elements of AI, Character 4.)

Siipola kuvaa koneoppimisen antavan etuja verrattuna ennalta määriteltyyn logiikkaan. Joidenkin tehtävien määrittely on mielekästä vain esimerkkien kautta. Näin ollen kyetään määrittämään syöte ja toivottu lopputulos ilman selkeää sääntöä näiden määräytymiselle toisistaan. Riittävällä määrällä esimerkkejä voi kone muokata toimintaansa tuottamaan enimmäkseen oikeita vastauksia. Koneoppia hyödyntämällä on helpompaa löytää tärkeitä yhteyksiä isoista datamassoista eli suorittaa niin kutsuttua tiedon louhintaa. Myös tekniset ratkaisut ovat helposti siirrettävissä sovelluksesta toiseen. Isojen tietomäärien koodaus ohjelmalogiikaksi on työlästä, ja koneoppiminen auttaa myös tässä, kun työ siirtyy koneen tehtäväksi. Koneoppi pystyy adaptoitumaan muuttuvaan ympäristöön paremmin verrattuna ennalta määriteltyyn logiikkaan (Siipola 2017, 6-7.)

Koneoppimisen yksi merkittävimmistä eduista on sen ajanhermoilla pysyminen. Sen avulla jatkuvasti uusiutuva data voidaan ottaa mukaan ennusteisiin, jolloin muuttuviin tilanteisiin markkinoilla kyetään reagoimaan yritysten sisällä nopeasti. Antti Merilehdon mukaan koneoppimisen peruskysymys on ”Voimmeko rakentaa mallin, joka sopii sille syötettävään dataan”. (Merilehto 2018, 32.)

Dataa käytetään koneoppimisessa algoritmien lähdeaineistona. Mitä enemmän dataa on lähdeaineistona saatavilla, sitä parempaan lopputulokseen pääsemme. Myös datan laadukkuus on suuressa asemassa laadullisesti hyvän lopputuloksen saavuttamisessa. Datan täytyy siis olla tarpeeksi oikeellista sekä monipuolista ja sitä on oltava riittävä määrä saatavilla. Esimerkiksi jos konetta yritetään opettaa tunnistamaan valokuvista tietyn tyyppistä ajoneuvoa, täytyy osata ottaa huomioon, millaisessa ympäristössä konenäön tulee toimia. Jos lähdemateriaalina käytetään pelkästään korkearesoluutioisia kuvia, ei tunnistus tällöin toimi, jos sää onkin ulkona hieman utuinen (Siilasmaa 2017). Tällöin puhutaan ylisovituksista, joka on yleinen ongelma monissa koneoppimismenetelmissä. Ylisovituksella tarkoitetaan sitä, että malli toimii hyvin opetusdatalla, mutta antaa huonoja tuloksia oikeaa dataa käytettäessä. Tämä saattaa johtaa laskennalliseen vääristymään eli ylisovittamiseen. Ylisovittamisessa kone oppii tietyn mallin liian hyvin ja näin ollen ajattelee kaikkien esimerkkien olevan samanlaisia. Tällöin malli on löytänyt opetusdatasta jonkin relaation, jota ei kuitenkaan löydy opetusdatan ulkopuolelta. Kuviossa 1 punainen kuvaaja sovitautuu datapisteisiin täydellisesti, mutta sininen suora yleistää dataa todennäköisesti paremmin. (Kiesiläinen 2016, 5.)



KUVIO 6. Ylisovitus (mukaillen Kiesiläinen 2016, 5.)

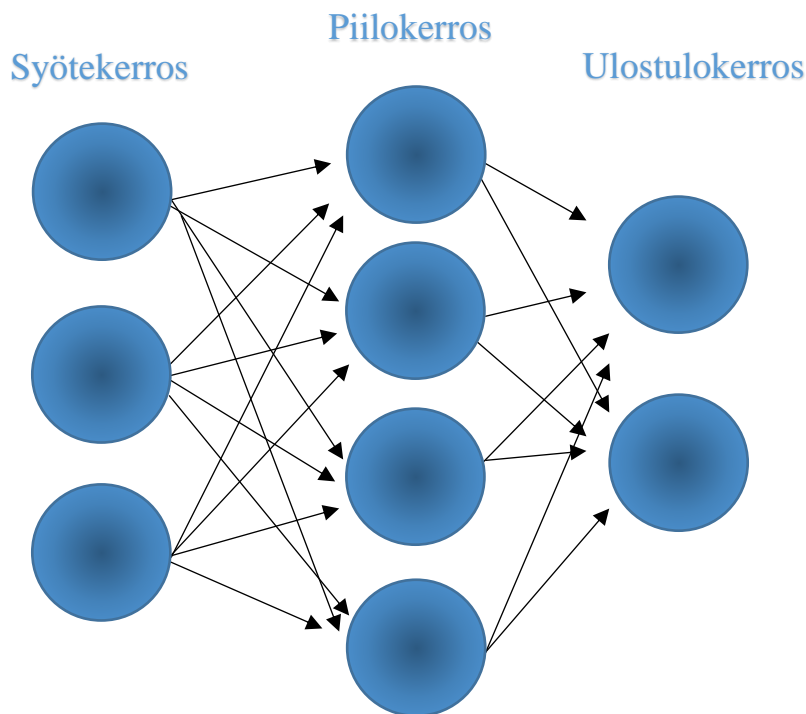
Ylisovittamista voidaan verrata hallusinointiin, jolloin koneoppimisen malli alkaa nähdä kaavoja ja ilmiöitä, joita ei kuitenkaan oikeasti ole olemassa. Käytännössä tällöin koneoppimisen malli voisi tunnistaa latinalaista syntyperää olevan lapsen, ja luokitella tämän mini-lastenhoitajaksi. (Merilehto 2018, 38.) Tämä tapahtuu siksi, että sen opettamiseen käytetyn datan perusteella se luokittelee kaikki latinalaista alkuperää olevat naiset lastenhoitajiksi. Koneoppimisalgoritmi voi siis oppia syrjimään naisia tai tietyn etnisen taustan omaavia henkilöitä. Tällaista voi tapahtua, vaikka etnisuus ja sukupuoli erotetaankin datasta, koska algoritmi kykenee hyödyntämään tietoja henkilön nimestä tai osoitteesta. Tämä tulee olemaan, tai on jo, todellinen ongelma tekoälyä käytettäessä erilaisissa päätöksentekosuodattimissa, kuten työhakemuksissa tai pankkilainoissa (Elements of AI, Chapter 6.)

2.3 Keinotekoiset neuroverkot

Keinotekoinen neuroverkko (artificial neural network, ANN) jäljittelee ihmisaivojen kaltaista toimintaa ja koostuu suuresta määrästä yksinkertaisia yksiköitä, neuroneja, jotka vastaanottavat ja toimittavat signaaleja toisilleen. Ihmisen aivojen toimintaa jäljittelevät syvät neuroverkot koostuvat neuroneista ja synapseista, joita tietokoneiden kohdalla kutsutaan solmuiksi ja kaariksi. Neuronit toimivat koneen lailla: ne ottavat vastaan tietoa, käsittelevät sen ja lähettävät sen eteenpäin. Koska tarkkaa tietoa aivojen toiminnasta ei ole, ei siis täysin ihmisaivojen kaltaista toimintaa pystytä luomaan. (Merilehto 2018, 47.)

Neuroverkkojen rakenne koostuu vierekkäin asettuvista kerroksista. Kuvion 7 mukaan ensimmäistä kerrosta kutsutaan syötekerrokseksi, jota seuraavat piilokerrokset. Viimeistä kerrosta kutsutaan ulostulo-

kerrokseksi. Tällaista kuvassa esitettyä mallia kutsutaan monikerroksiseksi perseptioverkoksi. Neuroverkkojen opettaminen perustuu siihen, että ne löytävät alkioiden väliset merkitsevät riippuvuudet opetusdatasta. Jotta verkko kykenee tähän, on opetusdata valittava huolellisesti. Jos esimerkiksi haluamme neuroverkkojen oppivan tunnistamaan käsinkirjoitettuja numeroita, täytyy opetusdatan sisältää tarpeeksi numeroita nolasta yhdeksään. Jos opetusdata sisältään muita kuvia, esimerkiksi kirjaimia, voi verkko valita väärät merkitsevät riippuvuudet. Oppiminen tapahtuu itsessään niin, että verkon neuronien välisten reittien painoarvot muuttuvat opetusdataa käsiteltäessä. Jos opettaminen on sujunut onnistuneesti, päätyy verkko viimein samaan tulokseen samankaltaisilla syötteillä. Kuviossa 7 piilokerroksia on vain yksi, mutta todellisuudessa niitä voi olla useampiakin. (Penttilä 2015, 13.)

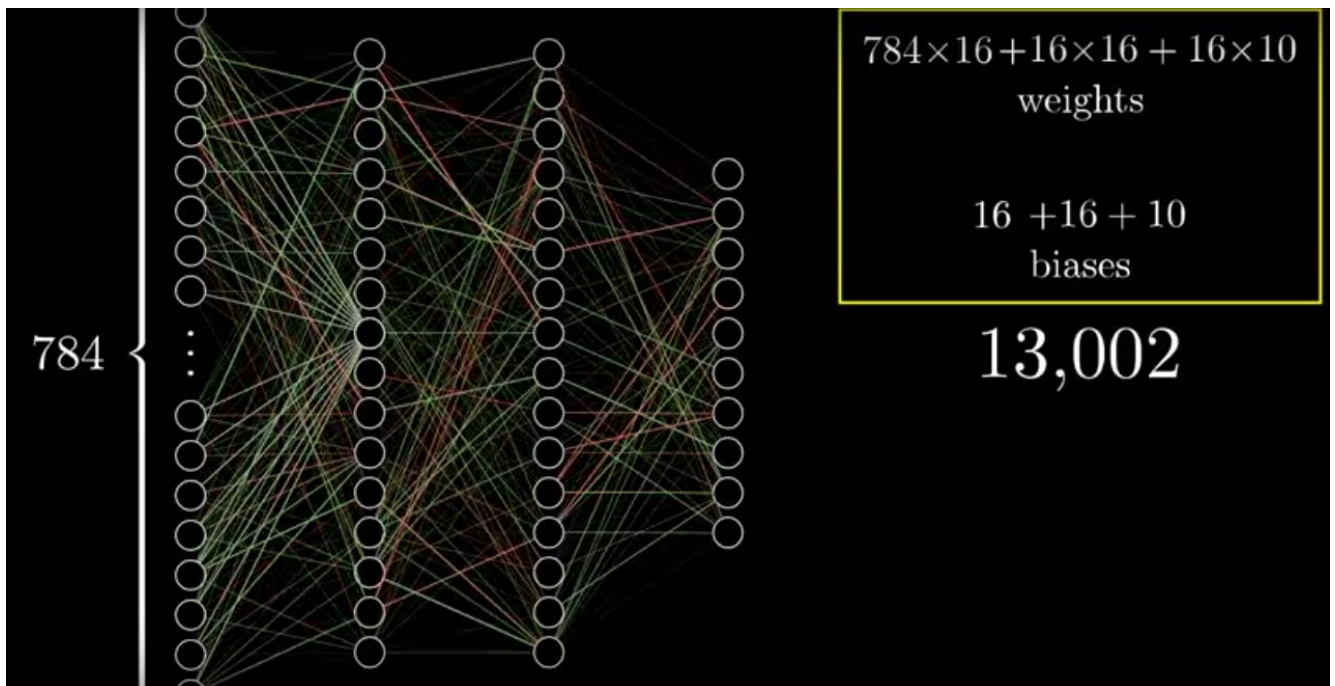


KUVIO 7. Neuroverkko- malli.

Yksinkertaistettuna esimerkkinä aiheesta mainittakoon neuroverkkojen käyttöä käsinkirjoitettujen numerojen tunnistamiseen. Sisääntulokerrokseen lähdedatan tieto jaetaan osiin, ja jokaiselle osalle annetaan tietty painoarvo, esimerkiksi nolasta yhteen. Tämä painotus antaa lähdeaineistona olevan kuvan pikselien väriarvon perusteella, nollan ollessa täysin musta ja ykkösen valkoinen. Muut arvotukset ovat jotain tältä väliltä.

Piilokerroksissa jokainen neuronin suorittaa laskentaa, johon edellisen neuronin lähettämä painoarvo vaikuttaa. Kyseisessä esimerkissä käytetään sigmoid-funktiota. Tämän jälkeen se lähettää laskemansa painoarvon eteenpäin kaikille seuraavan kerroksen neuroneille, joiden funktio on taas hieman erilainen. Jokaisen kerroksen sigmoid-funktiolle määritellään oma bias-luku, jolla kyetään säätämään funktion arvoa haluttuun suuntaan, kuten kuviossa 8 on esitetty. Tämä taas vaikuttaa seuraavan kerroksen laskennallisiin tuloksiin. Ulostulokerroksessa neuronin, joka päättyy laskennallisesti suurimpaan lukemaan, kertoo, mikä numero nolasta yhdeksään on kyseessä.

Numeron tunnistuksessa ensimmäinen piilokerros on voitu säätää tunnistamaan linjojen kokoja ja kaarien kulmia, seuraava kerros numeroiden suorien linjojen ja kaarien paikkoja, jne. Oppiminen tapahtuu säätämällä näitä neuroneille annettuja painotuksia, jotta lopullinen tarkkuus saadaan riittäväksi (But what is a neural network 2017).



KUVIO 8. Neuroverkot (But what is a neural network 2017)

Erityisesti neuroverkkojen kohdalla tietokoneiden laskentatehon kasvaminen tehostaa niiden kehittymistä. Jo nyt neuroverkot pystyvät esimerkiksi muuntamaan puhetta tekstiksi sekä nimeämään ja tunnistamaan valokuvista erilaisia esineitä, muotoja, eläimiä ja rakennuksia. Lisäksi neuroverkot kykenevät kääntämään kieliä tietyissä kielipareissa paremmin kuin ihminen, muuntamaan valokuvista tietyn taiteilijan tyylin mukaisia taideteoksia sekä kuvailemaan videon tapahtumia reaaliaikaisesti, kuten auto pysäköitynä kadulla tai kissa kävelee rannalla. (Merilehto 2018, 46-47.)

Syväoppimisella tarkoitetaan haastavien ongelmien ratkaisemista keinotekoisia neuroverkkoja hyväksikäyttäen (Merilehto 2018, 20). Se on koneoppimisen osa-alue, jonka kehitys alkoi vuonna 2006 ja joka on saanut enemmän kasvavissa määrin huomiota vuoden 2012 jälkeen. Syväoppimisen tavoitteena on luoda neuroverkolle algoritmi, jonka avulla pyritään ratkaisemaan soveltuva ongelma. Ongelmat, joita syväoppimisen avulla pyritään ratkaisemaan, ovat perinteisillä menetelmillä vaikeasti toteutettavissa, sillä niiden toteutus vaatii monimutkaisien sääntöjen käyttöä. Syväoppimisen käyttökohteita ovat muun muassa puhe, kuvat, lääketieteellinen diagnostiikka, tekstin tunnistaminen ja käsittely. Yksi tunnetuimmista hyödyntämisen alueista on puheentunnistuksen palvelut, kuten Applen Siri. (Vähäkainu & Neittaanmäki 2018, 16.)

2.4 Yhteiskunnalliset vaikutukset

Tekoälyn hyödyntäminen tulee muuttamaan yhteiskunnan toimintaa ja taloutta huomattavasti. Suuriin vaikutus lähivuosina näkyy rutiininomaisten tiedonkäsittelytehtävien automatisoitumisessa. Tämä muokkaa työtehtävien sisältöjä sekä synnyttämään uusia ammatteja ja toimenkuvia. Asiaan liittyvien selvitysten mukaan jo nyt olisi mahdollista tehdä 25-40% työstä automaattisesti tekoälyä hyödyntäen. Tässä piilee huikea potentiaali tuottavuuden kasvattamiseksi. Esimerkiksi terveydenhuollossa kyettäisiin vapauttamaan henkilökuntaa potilastyön pariin (Ailisto ym. 2017, 7).

Tekoälyllä saavutettavan arvon lisän jakaminen on merkittävä eettinen sekä yhteiskunnallinen kysymys. Työnkuvien muuttuessa kysymykseksi nousee, kuinka kansalaisten asema turvataan, kun merkitykset työntekijöinä pienenevät. Kenen vastuulla on tekoälyn tekemät virheet esimerkiksi autonomisten autojen käytössä? Miten voidaan välttää algoritmin oppiminen huonoista esimerkeistä? Kuinka pystytään välttämään edistyneen tekniikan soveltaminen tuhoaviin tarkoituksiin? (Ailisto ym. 2017, 7).

Asiantuntijoiden mukaan tekoälyn kehitysvauhti on eksponentiaalista, minkä vuoksi aihe on ajankohtainen kaikille. Tekoälyn valtaisaan kehitysvauhtiin vaikuttavat laskentateho, data ja algoritmit. Samalla, kun prosessorien laskentateho on kasvanut, laskentaan käytettävien grafiikkakorttien hinnat ovat laskeneet, mikä tuo laskentatehon useampien käyttöön. Myös datan varastoinnin ja hallinnoinnin hinnat ovat laskeneet, ja dataa on paremmin saatavilla. Open source -yhteisön kautta myös koneoppimisen algoritmit ovat paremmin käyttäjien ulottuvilla, mikä omalta osaltaan kiihdyttää ohjelmistokehitystä entisestään.

Seuraava esimerkki jalkapallostadionista liittyy eksponentiaalisen kasvun nopeuden ymmärtämiseen. Jos jalkapallostadioniin aloitetaan tiputtamaan vettä tippa minuutissa, ja kasvu on eksponentiaalista, sen täytymiseen kokonaan vedellä kestää vain 44 minuuttia. Eksponentiaalisesti tapahtuvan kasvun vauhtia on vaikea käsittää. Jos sijoittaisimme itsemme istumaan tällaisen kuvitteellisen jalkapallostadionin ylimmälle penkkiriville, milloinkahan ymmärtäisimme pelastautua kastumiselta? Luultavasti, että liian myöhään, koska 43 minuutin kohdalla jalkapallostadion on vasta puolillaan vettä ja 44 minuutin kohdalla on jo myöhäistä. Eksponentiaalinen kasvu tarkoittaa matemaattisesti suuren tai funktion kasvua, joka on verrattavissa suoranaisesti funktion kulloiseenkin arvoon. Mitä suurempi funktion arvo on, sitä nopeampaa kasvu on (Wikipedia.)

Disruptiosta puhuttaessa tarkoitetaan kehitystä, joka tullessaan korvaa jonkin asian tai toimintamallin kokonaisuudessaan uudella tavalla. Tällaisia kehitysaskelaita eli disruptioita on tapahtunut koko ihmiskunnan kehityksen ajan. Pölönen käyttää esimerkkinä puheessaan, kuinka jää disruptoi mausteet ruuan säilömisessä ja myöhemmin jääkaapit tekivät saman jäälle. Nämä kehitysaskelait muuttavat markkinoita sekä yhteiskuntaa totaalisesti. Disruption kehitysaskelait ovat käyneet koko ajan vain tiheimmäksi. Tämä on näkynyt mm. Nokian menetyksenä maailman johtavan matkapuhelinvalmistajan tittelistä, koska iPhone'n julkaisi kosketusnäyttöisen puhelinmallinsa, kameroiden muuttuessa perinteisestä filmikamerasta digikameroiksi ja niiden integroitumisesta puhelimiin, sekä musiikin tienä ihmisten korville c-kasettien ja cd-levyjen kautta melkein kaiken kattavaksi spotify:ksi. Disruptio kuitenkin aina luo enemmän mitä tuhoaa. Se kasvattaa markkinoita ja luo uudenlaista työtä. Nyt niin kutsutun tekoälykauden alettua, monet rutiininomaiset työt esimerkiksi tietojen käsittelyssä tullaan todennäköisesti korvaamaan tekoälyllä. Tekoälyn voidaan odottaa disruptoivan elinkeinoelämäämme ja muuttavan huomattavasti sen rakennetta. Tekoälyn kehityksen eksponentiaalisesta kasvusta johtuen tämän kaiken voidaan olettaa tapahtuvan yllättävän nopeasti, minkä seurauksena yhteiskunnalle syntyy tietynlainen stressitila. Ammatteihin kohdistuvien muutosten myötä myös ihmisten identiteetit muuttuvat, määrittelee ihmisset itsensä hyvin pitkälle myös sen mukaan, mitä ammatikseen harjoittavat. Tällaisen stressitilan lievittämiseen auttaa parhaiten tietoisuus tulevasta ja siihen mahdollisimman hyvin valmistautuminen. Pölönen korostaakin, että ihmisten tulisi oppia määrittelemään itsensä enemmänkin vahvuksiensa mukaan, jolloin omia taitoja olisi helpompi soveltaa alati muuttuvassa maailmassa. (Pölönen 2017.)

Tällä hetkellä yksi tekoälyn mukanaan tuomista ongelmista on epätasa-arvo, jota esiintyy algoritmien tekemisessä päätöksissä. Tekoälyn lähdemateriaalina käytettävän datan laatu saattaa johtaa ylisovitukseseen. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että esimerkiksi online-mainonnassa naisille mainostetaan huonompi palkkaisia töitä kuin miehille. Tällainen käytös tekoälyltä ei ole sille suoranaisesti ohjelmoitua, vaan se

oppii datan perusteella. Algoritmi siis esimerkiksi olettaa datan perusteella henkilön olevan nainen, mikäli hän työskentelee hoitajana (Elements of AI, Chapter 6.)

Myös tietosuojasiat ovat nousseet puheenaiheeksi datan keräämisen myötä. Merkittävän parannuksen tähän asiaan on tuonut Euroopassa voimaan tullut GDPR-laki (General Data Protection Regulation). Laki edellyttää, että kaikkien Euroopassa toimivien yritysten tai yritysten, joilla on asiakkaita Euroopasta, täytyy pyynnöstä kertoa, mitä tietoja he ovat keränneet henkilöistä (pääsyoikeus omiin tietoihin), sekä poistaa kerätty tieto, jonka säilyttämistä yritys ei voi laillisesti perustella (oikeus tulla unohdetuksi). Lisäksi laki velvoittaa yrityksiä kertomaan, mihin asiakkaalta kerättyjä tietoja käytetään.

GDPR-lain voimaan astuminen on tuonut mukanaan myös joitain huonoja vaikutuksia. Risto Siilasmaa toi Machine learning -seminaarissaan esille lain asettamat rajoitteet eurooppalaisten yritysten kilpailukyvyille. Datan keräämiseen liittyvät säännökset vaikeuttavat eurooppalaisten yritysten pärjäämistä tekoäly markkinoilla, datan näytellessä suurta roolia tekoälyteknologioiden kehittämisessä sekä soveltamisessa (Siilasmaa 2017.)

Tietojen analysointi yksilöiden tunnistamiseksi tuo myös mukanaan ongelmia. Tämä tarkoittaa sitä, että sellaiset tiedot voidaan identifioida, joiden uskotaan olevan turvattuja. Perusongelma on se, että kun raportoimme analyysin tuloksista, ne voivat olla niin tarkkoja, että pystymme yhdistämään analyysin tietoja yksilöihin. Kysyttäessä esimerkiksi tietyn ikäryhmän palkkatietoja määritellyltä postinumeroalueelta, saattaa vastauksien määrä olla niin alhainen, että tiedot on helppo yhdistää henkilöihin. Myös yhdistämällä dataa kahdesta eri lähteestä on mahdollista yksilöidä tietoja. Teksasin yliopiston tekemässä tutkimuksessa useat Internet Movie Databaseen anonyyminä tehdyt arvostelut pystyttiin yhdistämään Netflixin käyttäjätietojen mukaan niiden oikeisiin kirjoittajiin. Tekijät olivat arvostelleet elokuvia molemmissa sovelluksissa, mikä teki identifioinnista mahdollista. Vaikka tällaisten tietojen identifiointi ei välttämättä tunnu suurelta asialta, saattaa se paljastaa joidenkin henkilöiden elämästä piirteitä, jotka voidaan käsittää arkaluontoisena tietona (Elements of AI, Chapter 6.)

3 ESIMERKKEJÄ TEKNOLOGIOISTA

Tekoäly rakentuu joukosta teknologiota, joiden avulla koneet kykenevät havainnoimaan ympäristöään, oppimaan, päättämään loogisesti ja ennakoimaan eli jäljittelemään älykkäitä toimia. Kuviossa 9 on esitelty keskeisiä tekoälyteknologioita ja niiden hyödyntämisesimerkkejä.



KUVIO 9. Tekoälyteknologiat ja sovellus esimerkit (mukaillen Ailisto ym. 2017, 3.)

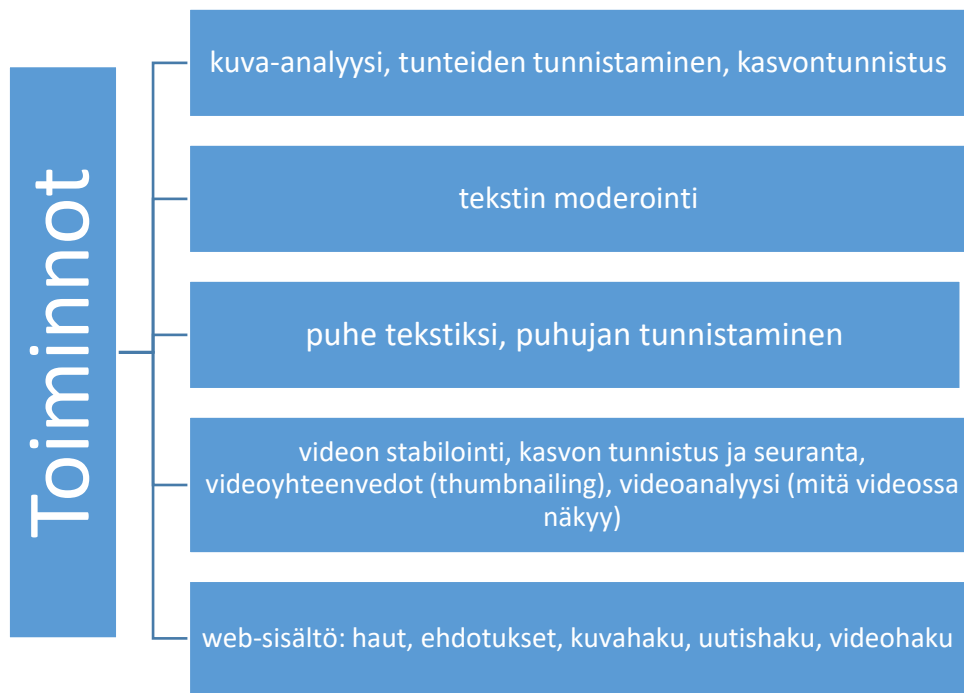
Tekoälyteknologiat voidaan jakaa karkeasti neljään eri kategoriaan. Näitä ovat sovellukset, palvelut, kirjastot ja matalan tason kirjastot. Nämä neljä kategoriaa on kuvattu kuviossa 10, jossa pyramidi kuvaa vaadittavaa osaamista suhteutettuna teknologioiden käyttöön. Myöhemmin esittelen esimerkin jokaisesta kategoriasta tarkemmin.



KUVIO 10. Teknologiat kategorioittain.

3.1 Microsoft Cognitive Services

Sovellukset ovat valmiita tuotteita tai palveluita, joita pystytään käyttämään ilman opetusta. Tällainen on esimerkiksi Microsoft Cognitive Services. Se tarjoaa valmiita koneoppimispalveluita, joita pystyy käyttämään tietämättä mitään koneoppimisesta tai tekoälystä, ja käytön voi aloittaa välittömästi. Cognitive Services -sovelluksen avulla kyetään tekemään useita toimintoja, joita on lueteltuna kuviossa 11.



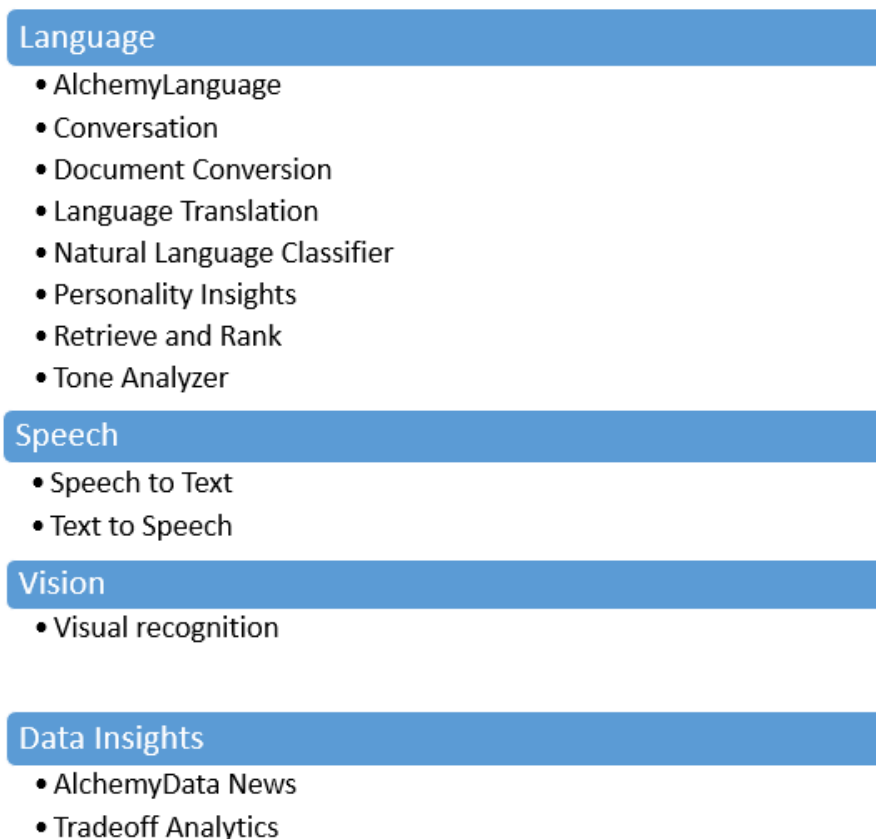
KUVIO 11 Cognitive Servicesin toimintoja

Toisaalta sovelluksen käyttöönotto on helppoa ja nopeaa, mutta toisaalta käyttäjän käyttötapaukset ovat rajattuja, eikä mahdollisuutta oman datan käyttämiseen ole. Yksi Cognitive Services:in todennäköisimpiä käyttökohteita on älykkäät asiakaspalvelu-botit, jotka kykenevät palvelemaan asiakkaita tunnistamalla erilaisia fraaseja käyttäjiltään. Botit kykenevät toimimaan puhe- tai tekstikäyttöliittymällä (Microsoft.)

3.2 IBM Watson

IBM Watson on astetta matalamman tason palvelu, verrattuna Cognitive Services –sovellukseen. Sen idea on tarjota joukko palveluita, joiden avulla kyetään rakentamaan tehokkaita keinoälyjärjestelmiä. Watsonin erityisenä vahvuutena mainittakoon luonnollisten kielten käsittely. Se toimii täysin IBM:n pilvialustalla ja omia asennuksia käyttäjältä ei vaadita. Watsoniin on saatavilla ilmaisia käyttöoikeuksia. Watson ei käsitä yhtä algoritmia tai ohjelmaa, vaan se koostuu suuresta joukosta algoritmeja sekä ohjelmia, jotka yhdessä ihmisasiantuntijoiden kanssa muodostavat toimivan kokonaisuuden. Kaikki Watsonin tapaukset siis räätälöidään asiakkaan tarpeiden sekä datan mukaan. Watson pystyy hyödyntämään strukturoimatonta dataa, jollaista suurin osa maailman datasta on.

Yhtenä sovelluskohteena mainittakoon lääkärin auttaminen potilasdiagnoosien tekemisessä. Tässä Watsonin kyky suurien aineistomäärien yhdistelemiseen sekä sen kyky prosessoida luonnollisilla kielillä on avainasemassa. Käyttöönotto vaatii paljon asiantuntijatyötä, jossa asiantuntijoiden täytyy tuntea nimenomaan sovellusalueen asiat, kuten esimerkiksi lääketiede. Watsonilla saavutettavat tulokset ovat riippuvaisia asiantuntijatyön laadukkuudesta sekä lähdemateriaalista. Watsonilla on useita eri ohjelmointirajapintoja, jotka ovat listattuna kuvion 12 alapuolella. (IBM Watson.)



KUVIO 12. Watsonin ohjelmointirajapinnat (mukailten Siipola 2017, 31)

3.3 Scikit-learn

Scikit-learn on Python-kirjasto, ja se sisältää useita koneoppimisalgoritmeja, jotka on osittain ohjelmoitu C-kielillä, joten suorituskyky pysyy järkevällä tasolla, vaikka ohjelmointi kyetäänkin toteuttamaan korkean tason kielellä. Python-kirjasto perustuu NumPy-, SciPy- ja matplotlib-kirjastoihin. Kirjaston käyttöön vaadittava asiantuntemuksen taso on korkeampi verrattuna edellä mainittuihin pilvipalveluiden käyttöön. Scikit-learnin käyttäjän on hyvä ymmärtää vähintään perusteet Pythonista ja koneoppimisesta

sekä data-analytiikasta. Aloituskyynnys pysyy kuitenkin vielä matalana, koska algoritmeja ei tarvitse koodata itse ja ideoita pystyy kokeilemaan nopeastikin

Scikit-learnin vahvuudeksi voidaan mieltää se, ettei se ole pilvipalvelu ja näin ollen sitä pystytään ajamaan yrityksen omilla tietokoneilla. Tällöin käytettyä dataa ei tarvitse ladata ulkopuolelle, jolloin tietoturva-asiat on helpompi käsitellä (Scikit-learn.)

3.4 TensorFlow

TensorFlow:ta käytetään yleensä neuroverkkojen rakentamiseen ja opettamiseen, mutta se ei kuitenkaan rajaa sovelluskohteita tai tekniikoita. Kirjaston avulla on mahdollista hyödyntää useita prosessoreita, grafiikkaprosessoreita sekä Tensor Processing Unit –yksikköjä (TPU) rinnakkain, jotka mahdollistavat erityisesti neuroverkkojen opetuksessa hyvän suorituskyvyn. Google on kehittänyt AI-kiihdyttimen tätä tarkoitusta varten, jonka avulla mahdollistetaan parempi hyötysuhde kuin yleiskäyttöisillä prosessoreilla tai grafiikkaprosessoreilla. Samaa koodia pystytään käyttämään kuitenkin myös, vaikka sulautetussa järjestelmässä, mikä mahdollistaa tarpeen mukaan räätälöidyn hyvinkin erilaisten alustojen käytön. Akku-käyttöisessä IoT-laitteessa toimivan mallin voi siis vaikkapa suunnitella ja opettaa tietokoneella. Kirjaston käyttö on mahdollista Pythonilla, C++:lla, Javalla ja Go:lla, jotka kaikki kykenevät hyödyntämään samoja toimintoja laskennan hajauttamiseen ja suorittamiseen sekä verkon yli että saman laitteen suorittimienkin kesken. (TensorFlow.)

TensorFlow'n käyttöön vaaditaan jo huomattavasti asiantuntemusta, ja sen kehittäjän tai käyttäjän tulisi osata seuraavat asiat:

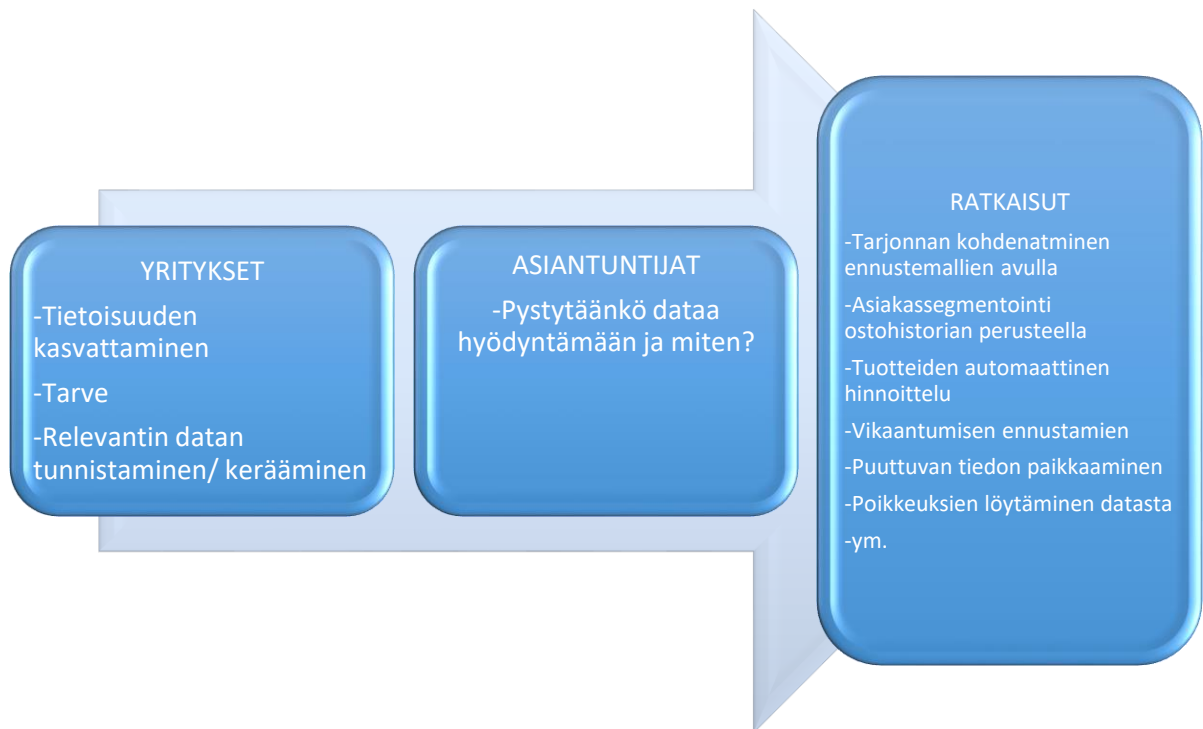
- muotoilla ongelma / algoritmi data flow graafeiksi eli käyttää tiettyä matemaattista tapaa algoritmin kehittämiseen.
- tuntea halutut keinoälyalgoritmit tarpeeksi hyvin osatakseen koodata algoritmi oikein ja valita sopivat parametrit sen opettamiseen
- tuntea TensorFlow'n teknologia riittävän hyvin osatakseen valita sille riittävän tehokkaan suoritusalustan. Tämä riippuu vahvasti algoritmista ja sovelluksesta.

Korkeamman tason palveluihin ja kirjastoihin verrattuna valmiin toteutuksen aikaansaamiseksi ja ylläpitämiseksi tarvittava työmäärä on huomattavasti suurempi. Toisaalta, TensorFlow:n avulla on mahdollista rakentaa todella suorituskykyinen keinoälyjärjestelmä ilman minkäänlaisia ilmeisiä rajoitteita. (TensorFlow.)

4 TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN TKI TOIMINNASSA

Näkisin Centrian tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan tärkeässä roolissa tekoälytietoisuuden jalkauttamisessa paikallisiin yrityksiin. Oleellinen lähtökohta on tekoälytietämyksen kasvattaminen, niin oman organisaation sisällä kuin yrityksissäkin. Kun laajennetaan tietämystä siitä, mitä tekoälyllä oikeasti tarkoitetaan ja mitä sen avulla kyetään tällä hetkellä tekemään, auttaa se yrityksiä tunnistamaan mahdolliset tekoälyn käyttökohteet omassa toiminnassaan. Kuviossa 13 on kuvattu yksinkertaisuudessaan tekoälyn virtausta tarpeesta ratkaisuiksi. Yrityksen koosta riippuen olisi tärkeää pätevoittää vähintään joukko eri työtehtävissä työskenteleviä ihmisiä, jotka pystyisivät jalkauttamaan tietoa taas laajemmin yrityksen sisällä. Toivottavaa olisi, että yritykset ryhtyisivät hyödyntämään tekoälyä avoimin mielin. Toimien, joilla yritykset aloittavat ei tarvitse olla suuria, vaan tärkeintä on ottaa ensimmäinen askel kohti tekoälyllä tuotettavan taloudellisen arvon tavoittelua. Organisaatiossa nämä toimet voivat olla esimerkiksi:

- Organisaation AI-tietoisuuden lisääminen luentojen avulla
- Erilaiset yhteistyöllä toteutetut workshopit käyttötapauksen (use case) tunnistamiseen
- Avoimet AI-foorumit ja keskusteluryhmät.
- Avoimet AI-demot, joissa henkilökunta pääsee osallistumaan ja tutustumaan AI-ratkaisuihin.



KUVIO 13. Kuinka edetä yrityksissä

Koska data on edellytys tekoälyn hyödyntämiselle, yritysten pitää luoda jonkinlainen datastrategia. Tämä tarkoittaa sitä, että tiedetään, millaista dataa yrityksellä on jo saatavilla omasta liiketoiminnastaan ja mihin kaikkeen dataan päästään yleisesti käsiksi. Yritysten tulisi myös hahmottaa, onko liiketoiminnassa mahdollisia datan lähteitä, joita ei vielä mahdollisesti hyödynnetä ja pohtia, voisivatko ne olla relevantteja tulevaisuuden kannalta. Tekoälyllä pyritään lisäämään tuotannon tehokkuutta, mikä toimii hyvänä lähtökohtana, kun relevantteja datanlähteitä pohditaan. Ensimmäisenä täytyisi osata hahmottaa, kuinka tekoäly tuo tulosta omaan liiketoimintaan, minkä jälkeen voidaan kartoittaa, minkälaista dataa toiminnon suorittamiseen tarvitaan. Tekoälyn avulla saavutettavat ratkaisut liittyvät tällä hetkellä useasti ajan säästämiseen ja parempaan asiakaspalveluun, joiden avulla luodaan uutta kilpailukykyä yrityksille. Kuviossa 14 on esitetty malli, kuinka aloittaa yritysten kanssa.

Toimitaan käänteisessä järjestyksessä

- Mikä on haluttu lopputulos?
- Miten lopputulosta käytetään/ hyödynnetään?
- Mikä on relevanttia dataa lopputuloksen kannalta?
- Pitääkö dataa käsitellä?
- Valitaan kriteereille sopivin teknologia, jonka avulla lopputulos saavutetaan.

KUVIO 14. Toimintamalli yrityksiin

Toimintamallia avatakseni esittelen sitä hieman tarkemmin kohdittain. Käänteinen toimintajärjestys toimii koneoppimisen kanssa hyvin yhteen. Toisin kuin perinteisessä ohjelmoinnissa, koneoppimisessa pitää tietää haluttu lopputulos sekä saatavilla oleva data, jonka avulla määritellään ohjelma jolla haluttu lopputulos saadaan. Esimerkkinä haluamme parantaa yrityksen tietoturvaa tekoälyä hyödyntäen. Poikkeavasta tilanteesta eli tietoturvariskistä haluamme saada ilmoituksen sähköpostiin välittömästi. Relevantin datan tunnistamiseksi täytyy pohtia, miten poikkeus on havaittavissa. Tästä voimme tehdä johtopäätöksen, että tarvitsemme dataa niin normaalista tilanteesta kuin poikkeavista tilanteista. Kun käytettävät datalähteet ovat tiedossa, ratkaistaan pitääkö dataa vielä käsitellä jotenkin ennen sen käyttöä. Viimeisenä valitaan sopiva alusta tai teknologia, jonka avulla haluttu lopputulos saavutetaan.

4.1 Terveysthuollon sovelluskohteita

Terveysthuollossa tekoälyllä nähdään olevan valtava potentiaali. Se tuo työhön lisää mielekkyyttä vapauttaen henkilökunnan aikaa enemmän potilastyöhön diagnostiikan kehittyessä ja nopeutuessa. Kun tekoälyn avulla pystytään tekemään alustavat potilasdiagnoosit, vapauttaa se lääkäreiltä aikaa huomattavan määrän. Dataa voidaan kerätä ihmisen elintoiminnoista, hoitohistoriasta sekä laboratoriotestien tuloksista, joiden avulla tekoäly kykenee tunnistamaan mahdolliset sairaudet sekä vaivat.

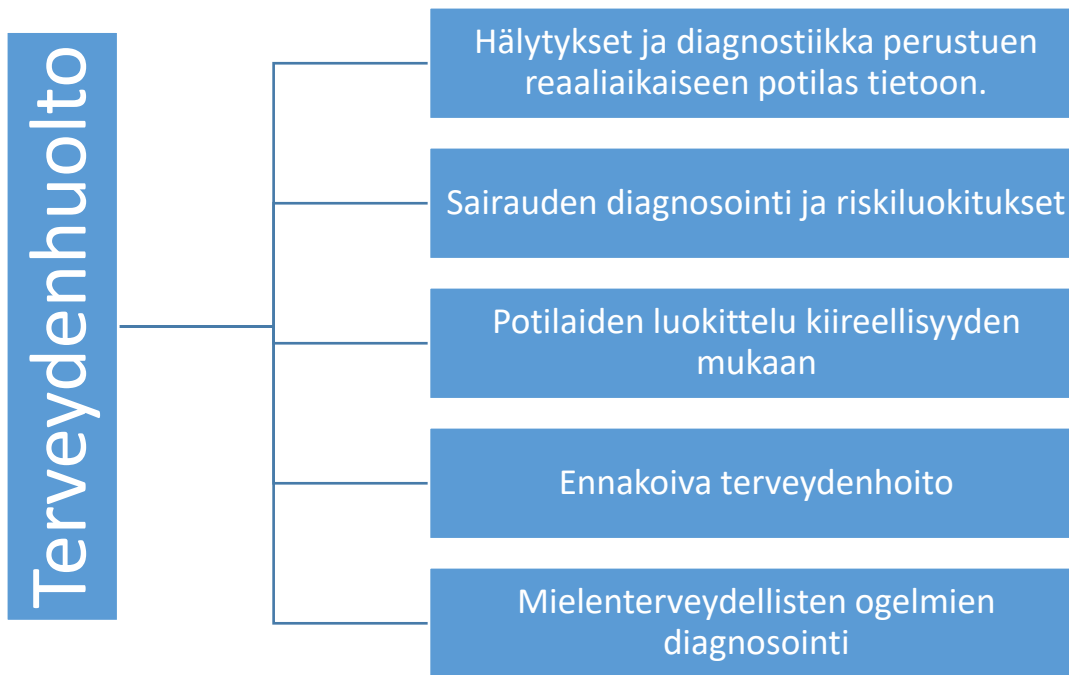
Tutkimuksien mukaan 88% :ssa diagnooseista, arviota pyydetään myös toiselta lääketieteen ammattilaiselta, kuten lääkäriltä. Diagnosointivirheitä tapahtuu, ja niistä 10% johtaa kuolemaan ja 17% kompli-

kaatioihin. Diagnosointi on siis epätarkkuuksille altista. Koneoppimista hyödyntävät diagnostiikka-sovellukset ovat nopeassa tahdissa siirtymässä teoriasta käytäntöön. Niiden avulla toinen mielipide on välittömästi saatavilla, varhaisen vaiheen tunnistaminen sairastapauksissa kotiolosuhteissa mahdollistuu sekä diagnoosit tarkentuvat huomasti. Diagnoosityökaluna koneoppiminen on tehokas, aikaa, kustannuksia ja jopa elämiä säästävä.

Syöpä on yleisnimitys yli 100:lle kontrolloimatonta ja vaarallista solukasvua sisältävälle lääketieteelliselle tilanteelle. Jo tällä hetkellä koneoppimisen menetelmiä on käytetty tehokkaasti erityisesti syövän tunnistamisessa. Neuroverkkoja on opetettu tunnistamaan ihosyöpä tietokannasta löytyvien kuvien perusteella. Menetelmä osoittautuikin varsin tehokkaaksi ja se kykeni päihittämään asiantuntijalääkärit diagnoosien tarkkuudessa. Tekoälyä on hyödynnetty myös ennustuksissa, joiden avulla on kyetty kartoittamaan, minkälaiset yhdistelmä lääkkeet voivat auttaa taisteluissa erityyppisiä syöpiä vastaan. On ennustettu, että viiden vuoden kuluessa tekoälyä käyttävällä tutkimuksella pystytään tarjoamaan tehokkaita hoitoja melkein kaikkiin syövän tyypeihin ja jopa parantamaan osan niistä.

IBM:n kehittämä koneoppimiseen perustuva algoritmi pystyy ennustamaan sydämen vajaatoiminnan jo kaksi vuotta ennen sen tyypillistä diagnoosia. Algoritmi on opetettu digitaalisiin potilastietojärjestelmiin ja lääkäreiden muistiinpanoihin perustuen. Sydämen vajaatoimintaa on vaikea ennustaa ja useassa tapauksessa potilas päätyy hoitoon äkkiseltään, jolloin ongelmat ovat jo kertyneet ja peruuttamattomia vammoja päässyt syntymään (Vähäkainu & Neittaanmäki 2018.)

Neuroverkkoja on myös muun muassa käytetty aivojen MRI-kuvantamisessa aivokasvaimien tunnistamiseksi sekä rintasyövän diagnosoimiseksi. Ne ovat tärkeä työväline syövän monitoroinnissa ja tunnistamisessa. Syöpäsairauksien parannettavuus on riippuvainen niiden varhaisesta tunnistamisesta, johon tekoälyn tarjoamat ratkaisut tuovat parannuksia. IBM:n esittelemien tutkimustulosten mukaan Watson for Clinical Trials Matching-ratkaisu tuo hyötyjä syöpähoitoihin. Watson päätyy samoihin suosituksiin keuhkosityövän hoidossa 96 % tarkkuudella kuin onkologiaan erikoistuneet lääkärit, ja seulontoihin käytetty aika on vähentynyt 78 %. Myös muiden syöpätyyppien hoitosuosituksissa on saavutettu hyviä tuloksia. Kuviossa 9 on listattuna tekoälyn hyödyntämiskohteita terveydenhuollossa (Vähäkainu & Neittaanmäki 2018.)



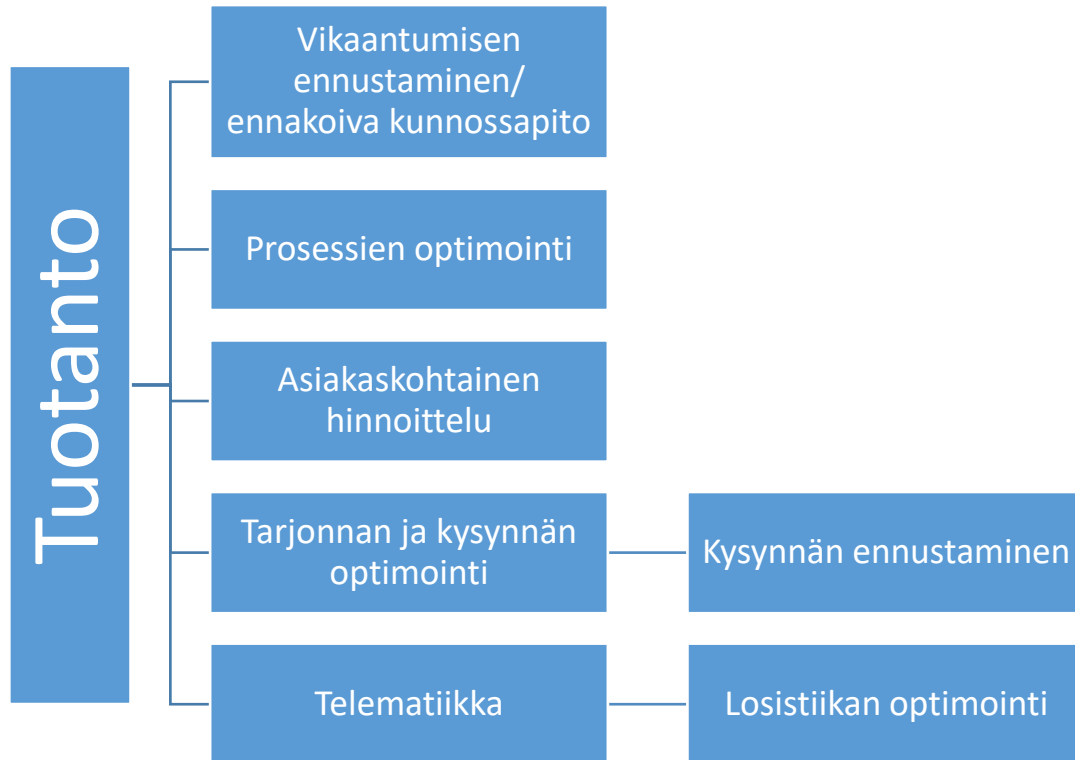
KUVIO 15. Tekoälyn hyödyntämiskohteita terveydenhuollossa.

Tekoälyä ja koneoppimista voidaan hyödyntää lähitulevaisuudessa myös lääkityksen määrittelyssä. Potilaasta kerättyä dataa, jota voivat olla esimerkiksi etnisyyden, aineenvaihdunnan ja sukupuoli sekä muu laboratorion mittaama data, pystytään prosessoimaan tekoälyalgoritmeilla ja siten määrätä juuri sopiva lääke tietylle potilaalle oikeaan aikaan. (Vähäkainu & Neittaanmäki 2018.) Business Finlandin digijohdaja Pekka Sivonen arvioi Ylen Kova Talous-ohjelmassa, että ”terveydenhoito muuttuu seuraavan 20 vuoden aikana enemmän kuin viimeisen 200 vuoden aikana” (Soininvaara 2018).

4.2 Teollisuuden sovelluskohteita

Koneoppimisen myötä teollisuuden robotteja pystytään nykyään hyödyntämään myös tiedonkeräämisessä varastohallinnan ja tuotannon tueksi. Pelkkien mekaanisten toistojen suorittamisen sijaan ne voivat tekoälyn avulla oppia uutta jatkuvasti. Esimerkiksi tuotannon volyymin kasvaessa robotit kykenevät sopeutumaan siihen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tekoäly ymmärtää silloin laitteiden huoltovälin lyhenevän ja käytettävien varaosien tarpeen kasvavan. Tekoäly pystyy suhteuttamaan oman toimintansa optimaaliseksi analysoimalla ja tarkastelemalla ympäristössä tapahtuvia muutoksia. Suuri hyöty tekoälystä on saatu varastojen ja materiaalien hallintaan. Tekoäly pystyy oppimaan, mitä tuotteita missäkin tilanteessa tarvitaan sekä ennakoimaan tarpeita ja niiden mukaisia tuotteita kunnossapidon näkökulmasta. Myös erilaiset aikataulutukset voidaan antaa tekoälyn hoidettavaksi.

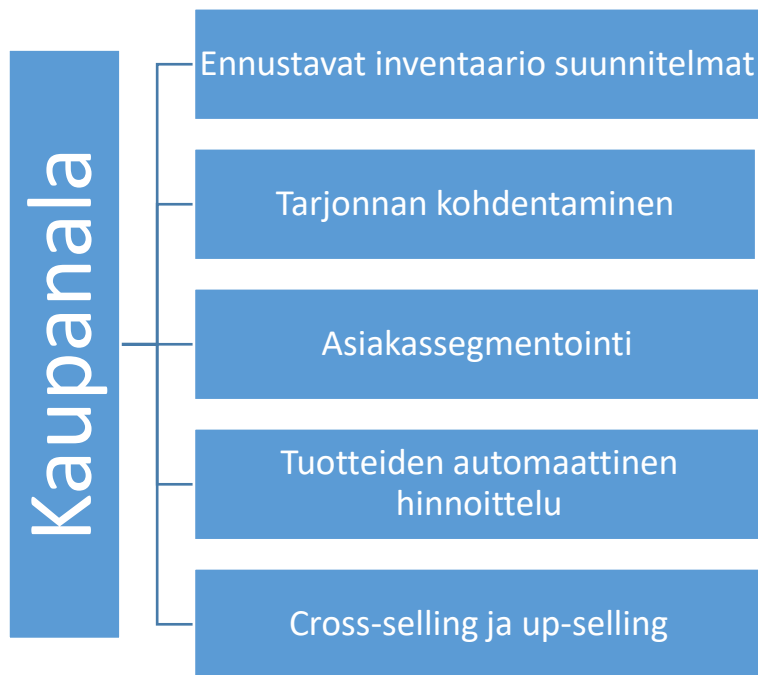
Ennustavan analytiikan avulla voidaan ennakoida ongelmia tuotannossa ennen kuin ne tapahtuvatkaan. Laiterikot ja tuotannon seisauttaminen ovat erittäin kalliita yrityksille. Tekoälyjärjestelmät pystyvät analysoimaan dataa esimerkiksi laitteiden käytöstä, tärinästä, käyttöjaksoista sekä resonanssista ja näin ennustamaan mahdolliset viat. Esimerkiksi terästehtaalla teräslevyjen valssauksessa telan mahdollista jumittumista voidaan ennustaa (Älykkäämpi yhteiskunta tekoälyn keinoin 2018.)



KUVIO 16. Tekoälyn hyödyntäminen teollisuudessa.

4.3 Myynnin sovelluskohteita

Suurimmat hyödyt tekoälyllä on kaupanaloilla saavutettu lähinnä verkkokaupoissa toimivilla suositteluohjelmilla, joiden tehtävänä on tarjonnan kohdentaminen ennustemallien avulla ja asiakas segmentointi ostohistorian perusteella. Tekoäly siis pystyy suosittelemaan asiakkaalle häntä kiinnostavia tuotteita, ostohistorian ja muiden samankaltaisten asiakkaiden ostokäyttäytymisen perusteella. Tekoäly harjoittaa myös cross-selling:iä sekä up-selling:iä. Cross-selling:issä eli ristiin myynnissä tekoälyohjelma suosittelee esimerkiksi hanskoja pipon ostajalle, ja up-selling:issä eli lisämyynnissä tekoäly antaa suosituksen asiakkaalle jostain samankaltaisesta mutta kalliimmasta tuotteesta kuin mitä tämä on katsellut. Kuvio 11 kuvaa kaupan alan käytetyimpiä tekoälyn sovelluskohteita.



KUVIO 17. Tekoälyn sovelluskohteita kaupan alalla.

Verkkokaupat pystyvät antamaan yksilöllistä palvelua asiakkailleen tekoälyä hyödyntäen, ja samanlaista palvelua pyritään tuomaan nyt kivijalkamyymälöihin. Kivijalkamyymälöissä palvelun yksilöimiseen voidaan käyttää esimerkiksi sensoreita, jotka pystyvät keräämään asiakkaista tietoja heidän mukanaan kulkevien älylaitteiden avulla. Näin kerätyn datan perusteella pystyttäisiin esimerkiksi ennakoimaan asiakkaiden ostoksia ja pitämään suosituimpia tuotteita riittävästi hyllyissä ja varastoissa.

Uudet innovaatiot ja kehitysaskleet teknologioissa mahdollistavat aivan uudenlaiset ostokokemukset niin asiakkaille kuin kaupoillekin. Big data ja analytiikka, pilvipalvelut, tekoäly ja yhdistetty todellisuus tulevat muokkaamaan ostokokemuksia tulevaisuudessa entisestään. Tammikuussa 2018 New Yorkissa järjestetyssä kaupan alan suurtaapahtumassa, NRF 2018, esiteltiin uusimpia innovaatiota alalta. Näistä muutama esimerkki alla.

Kroger-ruokakaupat ovat aloittanut kokeilun, jossa Microsoft Azurea käyttävät EDGE (Enhanced Display for Grocery Environment) –älyhyllyt näyttävät hyllyjen reunoilla olevissa näytöissä tuotteiden hintatiedot ja allergeenit sekä muita kuluttajia mahdollisesti kiinnostavia tietoja. Älyhyllyjen sensorit ovat yhteydessä sekä asiakkaisiin että henkilökuntaan käyttäen Bluetoothia tai muita langattomia teknologioita. EDGE seuraa hyllyissä olevien tuotteiden määriä ja näin ollen varmistaa, ettei mikään tuote pääse loppumaan hyllystä. Sen voi jopa ohjelmoida antamaan alennettu hinta asiakkaalle tuotteesta tämän kul-

kiessa hyllyn ohi, mikäli asiakas on osoittanut kiinnostusta tuotetta kohtaan ja hän on ladannut älylaitteellensa kaupan sovelluksen (Vähittäiskaupan teknologiainnovaatioita vuonna 2018: älyhyllyjä, myymälärobotteja ja digitaalisia ostoskärryjä 2018.)

Ohjelmistoyritys Xenia Retail on yhdessä Philipsin kanssa kehittänyt tekoälyyn pohjautuvan järjestelmän, jotta ostoksilla voidaan käydä ilman kärryjä. Myymälä sisältää esittelytilan ja varaston. Kuluttaja valikoi haluamansa tuotteet virtuaalisesta hyllystä pitämällä puhelintaan tuotteen kohdalla, jolloin se siirtyy digitaaliseen ostoskärryyn. Tämän jälkeen asiakas määrittelee sovelluksessa tuotteen koon, määrän ja muut tarvittavat seikat. Myymälän henkilökunta kerää ja pakkaa tuotteet reaaliaikaisesti varastolla asiakasta varten. Maksu voidaan suorittaa itsepalvelukassalla tai sovelluksessa (Vähittäiskaupan teknologiainnovaatioita vuonna 2018: älyhyllyjä, myymälärobotteja ja digitaalisia ostoskärryjä 2018.)

Remontointiin erikoistunut Lowe´s –kauppaketju ja teknologiayritys Fellow Robots ovat kehittäneet 150 cm pituiset LoweBot-robotit, jotka on ohjelmoitu valvomaan hyllyjen sisältöä. Niiden toiminta perustuu kuvantunnistukseen. Ne ottavat hyllyistä kuvia ja niiden avulla tunnistavat, mitkä tuotteet ovat loppumassa, väärässä hyllyssä tai varustettu väärillä tuotetiedoilla. Robottien hoitaessa tämän myyjien aikaa vapautuu asiakaspalvelu tehtäviin, sekä varaston inventoinnit on helppo suorittaa (Vähittäiskaupan teknologiainnovaatioita vuonna 2018: älyhyllyjä, myymälärobotteja ja digitaalisia ostoskärryjä 2018)

4.4 Finanssialan sovelluskohteita

Rahoituslalla on laajalti käytössä asiantuntijajärjestelmiä. Ne eroavat muista matemaattisista malleista eivätkä ole rajoitettuja kankeisiin matemaattisiin kaavoihin. Asiantuntijajärjestelmät kykenevät käsittelemään sekä heuristiikkaan että faktaan perustuvaa dataa eikä niiden tietopohja ole kiveen hakattu. Dataa pystytään täydentämään sekä tietoja muokkaamaan tietämuskannassa. Järjestelmät kykenevät toimimaan jopa puutteellisella datalla sekä pystyvät tuottamaan erilaisia mahdollisia vaihtoehtoja päättäjien tueksi ja tästä syystä ne ovatkin suosiossa rahoituslalla. Rahoitusaloilla käytössä olevia asiantuntijajärjestelmämalleja on ainakin kolme: järjestelmä luottotietojenarviointiin, salkunarviointiin ja yleistaloudelliseen arviointiin (Rantanen & Nyman 2018, 15.)

Pankkivirkailijoiden on luottotietojen arvioinnissa päätettävä lainan suuruudesta sekä ehdoista. Luotonhakijan taloudellinen tilanne on selvitettävä sekä luottotiedot tarkistettava, jotta virkailija kykenee tekemään päätöksen, voidaanko asiakkaalle myöntää luottoa. Virkailijan käyttäessä tähän asiantuntijajärjestelmää työn tarkkuus ja nopeus paranevat ja siitä tulee laadukkaampaa. Luottoanalyysien tekemiseen on olemassa ainakin muutama asiantuntijajärjestelmä, joita esimerkiksi American Express käyttää. American Express sai vähennettyä väärin luottopäätösten määrän 15 %:sta 4%: tiin siirtymällä käyttämään tekoälyyn pohjautuvaa asiantuntijajärjestelmää (Rantanen & Nyman 2018, 16.)

Asiantuntijajärjestelmiä on kehitetty myös salkunhoitoon. Salkunhoitajalle haastava salkun panostusten arviointi, joka vastaa tavoitteita sekä rajoituksia, on aikaa vievä prosessi. Asiantuntijajärjestelmät helpottavat salkunhoitajan työtä. Slovenian valtiolle kehitetty järjestelmä perustuu esimerkiksi matriisiin, joka kunkin hankkeen kohdalla määrittelee hankkeen aseman. Järjestelmä koostui IF/THEN- säännöistä sekä ”päätöspuista”, joita ohjatussa oppimisessa hyödynnetään, kuten luvussa 2.2 on esitetty. ”Port man” on myös asiantuntijajärjestelmä, joka on kehitetty salkun hoitoon ja sen tehtävänä on antaa henkilökohtaisia neuvoja pankkien investointeihin liittyvissä asioissa. Järjestelmän konsultaatioprosessi pitää sisälleen tuotteen valinnan, tietojen hankinnan, päätöksen jalostamisen, sekä asiakas- ja tavoitekehityksen luomisen. ”INVEX” –järjestelmä taas kehitettiin päätöksentekijöiden sekä analyytikoiden avuksi salkunvalintaan. ”PORSEL” –järjestelmä puolestaan käyttää suppeaa määrää erilaisia sääntöjä osakkeiden valintaan. Se rakentuu kolmesta osasta, jotka ovat informaatiokeskus, sumean logiikan osakkeenvalinta ja käyttöliittymä. Järjestelmä valitsee optimaalisen osakesalkun informaatiokeskukselta saatujen hintatrendien ja niiden kehityksen sekä sumean logiikan antamien arvioiden ja pisteytyksien perusteella (Rantanen & Nyman 2018, 15.)

Taloudellinen ennustaminen on kolmas rahoituslalla esiintyvä sovellus. Useat pankit käyttävät taloudelliseen ennustamiseen liittyviä tekoälyjärjestelmiä taloudellisen toimintansa parantamiseen. USA:ssa on käytössä monia järjestelmiä, jotka antavat suositteluraportteja varainhoito- ja investointistrategioiden sekä henkivakuutuksien ja verosuunnittelun tarpeisiin. On myös olemassa asiantuntijajärjestelmiä, jotka ovat tietämuskantaan pohjautuvia ja niiden tarkoituksena on arvioida yrityksen suorituskykyä sekä elinkelpoisuutta. Järjestelmä antaa käyttäjälleen tietoa riskeistä analysoitavissa yrityksissä. Tällainen järjestelmä on esimerkiksi ”FINEVA”. ”BANKSTRAT”-malli puolestaan auttaa parhaimman markkinointistrategian valinnassa pankkeja mikro- ja makrotasolla, perustuen käyttäjän ja päättelymekanismin antamiin tietoihin. Useiden järjestelmien avulla pystytään tarkkailemaan ajantasaista ja nopealiikkeistä dataa

kannattavien päätösten tukena. Järjestelmien päätehtävänä on talouden suunnittelu ja tehostaminen eri-keinoin (Rantanen & Nyman 2018, 15.) Alla olevassa kuviossa 18 on eritelty tekoälyn yleisimmät sovelluskohteet pankkitoiminnassa.



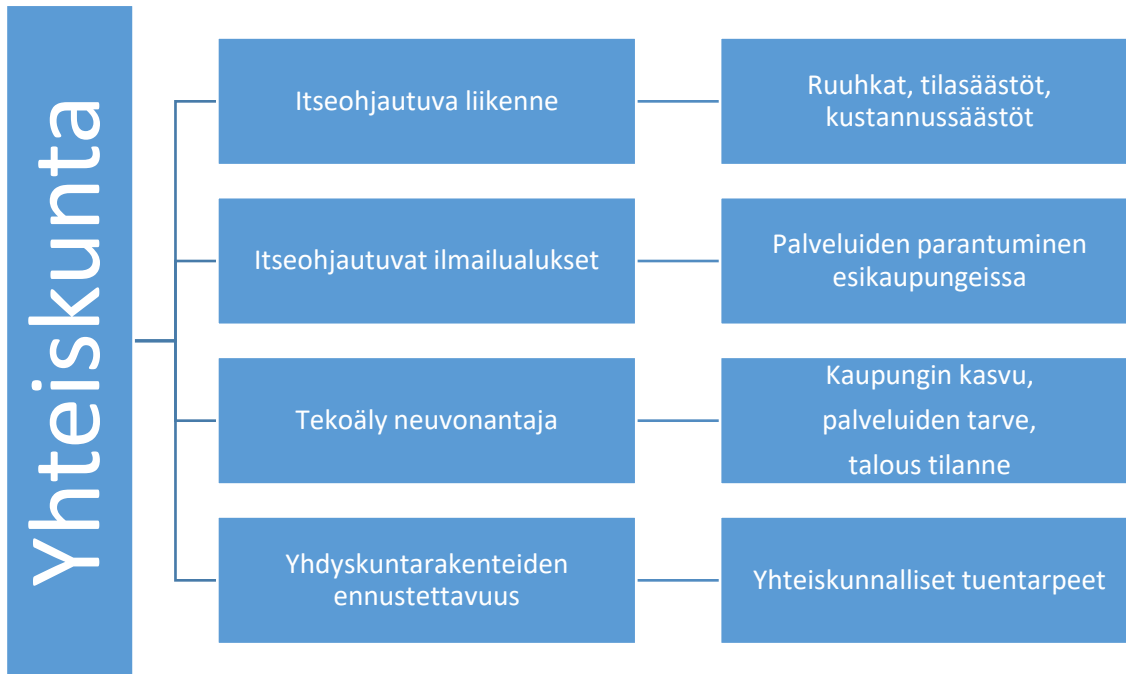
KUVIO 18. Finanssialan sovelluskohteita.

4.5 Älykkäät ympäristöt

Tekoälyn vaikutus kaupunkirakenteeseen voi olla yllättävää. Itseohjautuva liikenne, tavaralähetteinä toimivat itseohjautuvat ilma-alukset sekä rakennuksissa toimivat älykkäiden järjestelmien myötä asuinympäristöjen olosuhteet tulevat paranemaan, ja erityisesti esikaupunkialueiden ja lähiöiden toimivuus voi kohentua olennaisesti. Tekoälyneuvonantaja voi tulevaisuudessa toimia vaikkapa kaupunginvaltuustossa. Se kykenee ennustamaan kaupungin kasvua tulevina vuosina väestötietokannan perusteella tai karttatietoja hyödyntämällä luomaan ehdotuksia siitä, miten ja missä kaupunkia olisi järkevin laajentaa. Ihmiset voivat hyödyntää näitä tietoja päätöksissään ja tarpeen mukaan lisätä päätöksenteon tueksi datalähteitä, kuten ympäristötekijät ja kaupungin taloustilanne. (Älykkäämpi yhteiskunta – tekoälyn keinoin.)

Espoon kaupunki on suorittanut tekoälykokeilun, jossa on yhdistetty varhaiskasvatus-, sosiaali- ja terveysdataa. Projektin tavoitteena on ollut yhtenevien palvelupolkujen etsiminen tekoälyä hyödyntäen sekä ymmärryksen lisääminen espoolaisten hyvinvointiin ja palveluiden käyttöön liittyvistä tekijöistä. Asiakkaat seg-

mentoitii 20 eri luokkaan, joiden perusteella heistä voitiin tehdä analyysseja eri tarkoituksiin. Tekoälyä hyödyntämällä kyettiin tunnistamaan tukea tarvitsevia. Tiettyjen palvelupolkujen kohtaaminen samalla henkilöllä johtaa tulevaisuudessa suurella todennäköisyydellä raskaiden ja kalliiden palveluiden tarpeeseen. Ennaltaehkäisevällä työllä tällaisten palveluiden tarve pystytään minimoimaan. (Lehtinen 2018.)



KUVIO 19. Tekoäly älykkäissä ympäristöissä

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Esitetyt periaatteet todennettiin opinnäytetyön rinnalla toteutetussa pilotissa, joka toteutettiin yhteistyössä japanilaisten tutkijavaihdossa olleiden opiskelijoiden kanssa. Myöhemmin pohdin työni merkitystä sekä arvioin ammatillista kehittymistäni työni aikana.

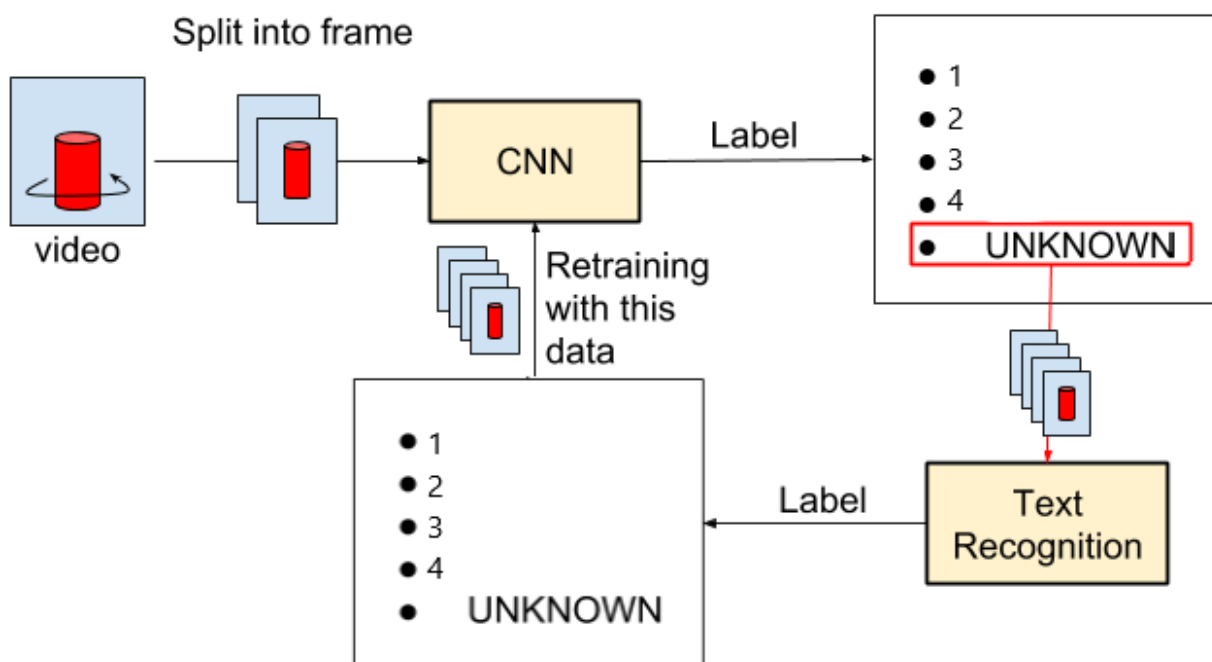
5.1 Pilotointi

Pilotin tavoitteena oli auttaa asiakasyritystä parantamaan tuotannon sujuvuutta tuotelajitteluun liittyvällä linjastolla. Tällä hetkellä lajittelu hoidetaan manuaalisesti ja tavoitteena oli tehtävän automatisointi. Nykytilanteessa tuotantolinjalla tuotteet lajitellaan käsin neljään eri kategoriaan. Tuotepakkausten ulkoasu vaihtelee saman kategorian sisälläkin, mikä toi omat haasteensa toteutuksen suunnitteluun. Päädyimme toteuttamaan lajittelun tuotantolinjalla konenäön ja tähän sisällytetyn tekoälyn avulla. Pilotissa tuotteet tunnistetaan kuvantunnistusohjelman avulla, joka lajittelee ne tarvittaviin tuotekategorioihin. Tuotteet etenevät linjastolla perustuen tekoälyn antamiin ennusteisiin niiden kategorioista. Lajittelun toteutuksessa hyödynnetään kahta erilaista menetelmää. Ensimmäinen tunnistusmenetelmä toteutettiin kuvantunnistuksella, ja toisessa menetelmässä käytettiin tekstin tunnistamista tuotepakkauksista.

Keinotekoiset neuroverkot voidaan jakaa useaan eri metodiin, joista yksi on konvoluutio-neuroverkot (CNN, convolution neural network). Konvoluutio-neuroverkkojen koetaan olevan paras metodi visuaalisessa luokittelussa, minkä vuoksi se valikoitui mukaan toteutukseen. Ohjelmointikielenä pilotissa käytettiin pythonia ja tekoäly toteutettiin Keras-teknologiaa hyödyntäen.

Pilotti suunniteltiin toteutettavaksi linjastolla seuraavassa järjestyksessä. Tuotteesta otetaan videokuvaa sen pyöriessä, jotta kuvamateriaalia saadaan mahdollisimman monesta kuvakulmasta. Tämän jälkeen kuvatusta videosta erotetaan yksittäisiä kuvia, jotka toimivat lähdeaineistona konvoluutio-neuroverkkojen opetuksessa. Neuroverkko antaa ennusteen tuotteen kategoriasta, jonka mukaan tuote etenee linjalla. Tuotekategorioita tuli yhteensä viisi. Neljä kategoriaa oli määritelty tuotteen ominaisuuksien perusteella ja yhteen kategoriaan oli määritelty tuotteet, joista kuvantunnistus ei kykene antamaan ennustetta. Tämän kategorian tuotteet jatkavat linjastolla seuraavan tunnistusmenetelmän käsiteltäväksi. Tuotteen kuva siirtyy tekstintunnistusohjelmaan, jossa tuotteen pakkausmateriaalissa esiintyvää tekstiä käytetään tuotteen kategorian määrittelyyn.

OCR (Optical Character Recognition) -teknologiaa käytetään muuntamaan kaikenlaisten tekstiä sisältävien kuvien teksti sellaiseen muotoon, että kone kykenee tulkitsemaan sen. Tämän työn toteutuksessa käytettiin Tesseract-ohjelmaa, jonka avulla kuvissa esiintyvät tekstit poimitaan ja tulkitaan. Mikäli konvoluutio-neuroverkko ei kykene kategorioimaan jotain kuvaa, se siirretään Tesseract-ohjelmalle, joka etsii siitä tuotteen pakkauksessa esiintyviä avainsanoja. Tuotteen tunnistus kuvasta tapahtuu näiden avainsanojen perusteella. Kun tuotteen kuva on kategorioitu, käytetään ohjattua oppimista konvoluutio-neuroverkoille kertomalla, mihin kategoriaan tämä tunnistamaton tuote kuuluu. Tämä mahdollistaa neuroverkon jatkuvan oppimisen uuden datan avulla ja sen antamien ennusteiden tarkkuus paranee koko ajan. Etuna järjestelmässä siis on, että se kykenee adaptoitumaan tuotteiden uusiutuessa. Haittapuolena mainittakoon se, että järjestelmä voi ennustaa tuotteen kategorian väärin, varsinkin alkuvaiheessa. Tämän ongelman uskotaan kuitenkin paranevan, kun opetusdataa on enemmän saatavilla. Kuviossa 20 on visualisoitu tuotteen eteneminen ja sen tunnistaminen linjastolla.



KUVIO 20. Lajittelun toteutuskaavio

5.2 Pohdinta

Tekoäly on tutkimusalueena todella laaja ja sen nopea kehitys muuttaa tekoälykäsitettä jatkuvasti. Aiheeseen liittyvää materiaalia on kyllä saatavilla, mutta uusimman tiedon löytäminen oli työlästä. Mitä enemmän tutkimustyötä tein, sitä enemmän esille nousi aiheen uutuus, sillä asiat rupesivat niin sanotusti

toistamaan itseään. Yleiseksi teemaksi eri asiantuntijoiden välillä kuitenkin nousi aiheen ajankohtaisuus yritysten ja palveluntarjoajien liiketoiminnan kannalta. Kaikki haluavat osansa tekoälyllä saavutettavissa olevasta taloudellisesta arvosta, mutta tätä halua kuitenkin varjostaa tietämättömyys asiasta. Omasta mielestäni vähintään jokaisen työelämässä olevan henkilön tulisi opiskella aiheesta edes perusteet, jotta he kykenevät osallistumaan yhteiskunnalliseen päätöksentekoon myös tulevaisuudessa. Tekoäly tulee muokkaamaan yhteiskuntamme rakenteita tulevaisuudessa, ja siihen liittyvä lainsäädäntö tulee toimimaan tienviittana sille, minkälainen yhteiskunnastamme kehittyy.

Ryhdyin tutkimaan aihetta täysin noviisina, tekoälyyn kohdistuvasta näkökulmasta riippumattomana. Tällä tarkoitan sitä, että minulla ei ollut ennakkokäsitteitä esimerkiksi siitä, mikä lasketaan oikeaksi tekoälyksi tai tuoko tekoäly lisäarvoa elämiimme tulevaisuudessa. Olenkin tyytyväinen, että näin oli, sillä nyt kykenin perustamaan oman näkemykseni faktoihin ja pitämään näkökantani tarpeeksi laajana. Tutkimukseni varrella huomasin, että tekoäly terminä tuottaa suurta päänvaivaa. Tietotekniikan asiantuntijoissa herää vastarintaa siinä, voidaanko puhua tekoälystä, jos kyse on vain tietokoneiden suorittamasta tehokkaan laskennan tuloksesta. Yrityksissä taas tekoälystä puhuttaessa vastahakoisuus nousee kuvista, kuinka tietokoneet ottavat vallan ja inhimillisuus häviää kokonaan arjestamme. Tämä ohjaa keskusteluja ja toimia ihan väärille raiteille ja tästäkin syystä olisi toivottavaa, että tietämys asiasta kasvaisi, jotta ensimmäiset askeleet asian suhteen olisivat helpommin otettavissa.

Oma näkemykseni on, että tekoälyn hyödyntäminen organisaatioissa vaatii asiaan perehtymistä hieman kaikilta tai ainakin joukolta organisaation eri tehtävissä toimivilta asiantuntijoilta. Yhden ihmisen hartioidelle ei voi asiaa jättää, mikäli toiveissa on pidempiaikainen kehittyminen ja tulokset tekoälyä hyödyntämällä. En usko, että kukaan on tarpeeksi ammattilainen jokaisella saralla, ja tekoälyn hyödyntäminen vaatii usean ammattilaisen näkemystä asiasta. Antti Merilehto antoi hyväksi lähtökohdaksi sen, että jos kymmenen henkilöä organisaatiossa on ongelman ratkaisusta samaa mieltä, voi sitä ryhtyä ratkomaan tekoälyn avulla. (Merilehto 2018,186.) Oikeanlaisen datan tärkeyttä ei voi kylliksi painottaa tekoälyratkaisujen löytämisessä. Jotta kykenemme tunnistamaan relevantin datan organisaation toiminnasta, vaatii se vankkaa tuntemusta itse organisaatiosta ja sen toimista. Kun olemme löytäneet organisaatiosta ongelman, jonka pyrimme ratkaisemaan tekoälyä käyttäen, on hyvä pohtia, kauanko tehtävää on toteutettu ilman koneoppimisen apua organisaatiossa ja onko dataa kertynyt aiheesta tarpeeksi. Myös useimmissa teknologisissa toteutuksissa vaaditaan ammattitaitoa aiheesta toteutuksen pohjalle, jotta siitä saadaan toimiva. Esimerkiksi lääketieteen sovelluskohteita toteutettaessa pelkkä tietoteknillinen osaaminen ei riitä, vaan rinnalle tarvitaan lääkärin vankkaa ammattitaitoa. Näistä syistä mielestäni moniammatillinen yhteistyö korostuu tekoälyn hyödyntämisessä.

Oman työni kautta törmäsin myös data strategian tärkeyteen sekä ehdottamani toimintamallin ensisijaiseen lähtökohtaan, käänteiseen järjestykseen. Käänteisellä järjestyksellä tarkoitan, että lähtökohtana toimii organisaatiossa tiedostettu ongelma, johon kaivataan ratkaisua. Tämän jälkeen voidaan ryhtyä selvittämään, onko organisaatiolla olemassa dataa ongelmasta ja onko se ylipäättään ratkaistavissa tekoälyä hyödyntäen. Tekoälyä hyödyntävissä organisaatioissa tulisi vallita avoimuuden ilmapiiri, ja olemassa olevaan dataan tulisi olla vapaa pääsy. Näin ihmisten luovuus pääsisi valloilleen ja erilaisia käyttökohteita olisi helpompi tunnistaa. Jos kenelläkään ei ole oikein tietoa siitä, minkälaista dataa on kerättyä tai mahdollisuutta päästä tarkastelemaan sitä, vaikeuttaa se asiassa etenemistä huomattavasti. Omat ongelmansa asiaan tuovat organisaatioiden erilaiset rakenteet, tietoturva, salassapitovelvoitteet sekä loppusilauksen antaa uusi GDPR-laki. Vaikka data onkin lähtökohtaisesti tärkeää, pelkästään sen perusteella on vaikea määritellä hyödyllistä käyttökohdetta, vaan asiaa tulisi lähestyä aina tarve edellä.

Opinnäytetyöni tekemistä pidin mielekkäänä, koska tutkimusaihe oli kiinnostava ja ajankohtainen. Uskon kehityksen tekoälyn saralla todella olevan vauhdikasta ja tästä kertoi muun muassa tutkimustyöni aikana aihetta käsittelevien raporttien julkaisutahti, mikä oli mielestäni kiihtyvää. Aihe siis koetaan tärkeäksi myös valtakunnallisella tasolla. Tekoälyn parissa tapahtuvan nopean kehityksen myötä myös oppimisen tulisi olla jatkuvaa.

LÄHTEET

- Ailisto, H., Helaakoski, H., Dufva, M. & Tuikka, T. 2017. Tuottoa ja tehokkuutta Suomeen tekoälyllä. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/poli-cybrief/2017/PB1-2017.pdf>. Viitattu 17.6.2018.
- But what is a neural network? Deep learning, chapter 1. 2017. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=aircAruvnKk>. Viitattu 24.7.2018.
- Chollet, F. 2018. Deep learning with Python. Shelter Island: Manning Publications Oy.
- Elements of AI, Chapter 6. Helsinki: Helsingin yliopisto. Saatavissa: <https://www.elementsofai.com/>. Viitattu 2.6.2018.
- Haikonen, P. 2017. Tietoisuus, tekoäly ja robotit. Helsinki: Art House.
- IBM Watson. Saatavissa: <https://www.ibm.com/watson/>. Viitattu 24.6.2018.
- Joutsijoki, H. 2017. Koneoppiminen. Saatavissa: <http://docplayer.fi/69986249-Dob-valmennus-data-analyysi-koneoppiminen-cc-by.html>. Viitattu 30.7.2018.
- Kiesinen J. 2016. Koneoppimisen hyödyntäminen konenäössä. Tietotekniikan kandidaatin tutkielma. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/52738/1/URN%3ANBN%3Afi%3Aju-201701161164.pdf>. Viitattu 13.7.2017.
- Lehtinen, T. 2018. Tekoälykokeilun vaihe 2: Testit ohitse, tekoäly toimii. Saatavissa: [https://www.es-poo.fi/fi-FI/Tyo_ja_yrittaminen/Elinvoimainen_Espoo/Kurkistuksia_tulevaisuuteen/Tekoalykokeilun_vaihe_2_Testit_ohitse_te\(133970\)](https://www.es-poo.fi/fi-FI/Tyo_ja_yrittaminen/Elinvoimainen_Espoo/Kurkistuksia_tulevaisuuteen/Tekoalykokeilun_vaihe_2_Testit_ohitse_te(133970)). Viitattu 29.7.2018.
- Marttinen, J. 2018. Palvelukseen halutaan robotti, tekoäly ja tulevaisuuden työelämä. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Aula & Co
- Merilehto, A. 2018. Tekoäly, matkaopas johtajalle. 2. painos. Helsinki: Alma Talent.

Microsoft Cognitive Services. Saatavissa: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/?v=17.29>. Viitattu 20.6.2018.

Penttilä J. 2015. Koneoppiminen. Tietotekniikan kandidaatin tutkielma. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Saatavissa: <https://docplayer.fi/27438727-Jeremias-penttila-koneoppiminen-tietotekniikan-kandidaatintutkielma-2-elokuuta-jyvaskylan-yliopisto-tietotekniikan-laitos.html>. Viitattu 30.6.2018.

Pölönen, P 2017. Disruptio, työn tulevaisuus ja tulevaisuuden taidot. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=ueAw56Ej2OQ>. Viitattu 27.6.2018.

Rantanen, J. & Nyman, K. 2016. Tekoälyn hyödyntäminen liiketoiminnassa: IBM Watson. Kandidaatin työ. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/123381/Kandidaatinty%C3%B6_2016_rantanen_nyman_arvostelutava.pdf?sequence=2. Viitattu 15.6.2018.

Scikit-learn. Saatavissa: <https://scikit-learn.org/stable/index.html>. Viitattu 12.8.2018.

Siilasmaa, R. Machine learning. 2017. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=KNMy7NCQDgk>. Viitattu 18.7.2018.

Siipola A. 2017. Koneoppimisen kehitysympäristöt. Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma (ylempi AMK) Kajaani: Kajaanin ammattikorkeakoulu. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/138332/SiipolaAntti_Koneoppimisen_kehitysymparistot.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 15.6.2018.

Soininvaara, O. 2018. Tekoäly ja työn tulevaisuus. Saatavissa: <http://www.soininvaara.fi/2018/01/30/tekoaly-ja-tyon-tulevaisuus/>. Viitattu 5.7.2018.

TensorFlow. Saatavissa: <https://www.tensorflow.org/tutorials/>. Viitattu 18.8.2018.

Uncovering AI in Finland. Microsoft & PWC. 2018 Saatavissa: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2185773/Julkaisut/uncovering-ai-in-finland.pdf>. Viitattu 1.7.2018.

Vähittäiskaupan teknologiainnovaatiota vuonna 2018: älyhyllyjä, myymälärobotteja ja digitaalisia ostoskärriä. 2018. Saatavissa: <https://news.microsoft.com/fi-fi/2018/01/22/vahittaiskaupan-teknologia-innovaatiota-vuonna-2018-alyhyllyja-myymalarobotteja-ja-digitaalisia-ostoskarryja/>. Viitattu 25.7.2018.

Vähäkainu, P. & Neittaanmäki, P. 2018. Tekoäly terveydenhuollossa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Saatavissa: <https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/tekes-raportteja/tekoaly-terveydenhuollossa.pdf>. Viitattu 2.7.2018.

Älykkäämpi yhteiskunta – tekoälyn keinoin. 2018. Saatavissa: <https://www.tieto.fi/nakemyksia-ja-visioita/alykkaampi-yhteiskunta-tekoalyn-keinoin>. Viitattu 15.6.2018.

