

Ilari Ojansuu

TEKOÄLY LIIKETOIMINNAN ENNAKOINNISSA



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2018

TIIVISTELMÄ

Ojansuu, Ilari

Tekoäly liiketoiminnan ennakkoinnissa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2018, 25 s.

Tietojärjestelmätiede, Kandidaatintutkielma

Ohjaaja(t): Luoma, Eetu

Erilaiset liiketoiminnan dataa jalostavat järjestelmät ovat herättäneet mielenkiintoa organisaatioissa. Laaja datan keruu ja mallintaminen mahdollistavat organisaatioiden päätöksenteon siirtymisen entistä enemmän intuitiivisesta päätöksenteosta datapohjaiseen päätöksentekoon. Tarkoituksenmukaiset ennusteet tarjoavat organisaatioille pohjaa niin strategiselle, kuin myös operatiiviselle päätöksenteolle. Ennusteet tarjoavat siis mahdollisesti merkittävää hyötyä organisaation toiminnalle ja kilpailukyvyille. Tutkielma tehtiin kirjallisuuskatsauksena ja tutkielman tarkoituksena oli tarkastella tekoälyn hyödyntämistä liiketoiminnan ennakkoinnin näkökulmasta. Tutkielmassa tarkasteltiin tekoälyn sovelluksien ominaisuuksia ja verrattiin näitä ennakoivan analytiikan vaatimiin ominaisuuksiin. Tekoäly ja erityisesti neuroverkot tarjoavat potentiaalisen ratkaisun perinteisen ennakoivan analytiikan kohtaamiin ongelmiin, ja koneellinen tietojenkäsittely soveltuu hyvin massiivisten datamäärien käsittelyyn. Liiketoiminnasta kerättyyn dataan sisältyy usein paljon epälineaarisia asiayhteyksiä. Neuroverkoilla pystytään tehokkaasti tunnistamaan tällaiset suhteet datan pohjalta, ja usein tekoälyllä toimiva järjestelmä kykenee osoittamaan asiayhteyksiä, joita ei perinteisillä menetelmillä ole tunnistettu. Aihealueen tutkimukset osoittavat, että tekoäly soveltuu monipuolisesti liiketoiminnan erilaisiin ennakkoinnin tehtäviin. Ihmisen ja koneen päätöksenteon vahvuudet täydentävät toistensa heikkouksia ja tekoälyä voidaankin hyödyntää myös käyttäjää tukevana työkaluna. Laajempi tekoälyn käyttöönotto liiketoiminnan ennakkoinnin tehtäviin vaatii lisätutkimusta aiheesta, jotta voidaan muodostaa kattavat ohjeistukset oikeaoppisten järjestelmien kehittämiseksi.

Asiasanat: Tekoäly, Neuroverkot, Koneoppiminen, Liiketoiminta, Ennakointi, Data-analytiikka.

ABSTRACT

Ojansuu, Ilari

Artificial intelligence in business forecasting

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2018, 25 pp.

Information Systems, Bachelors' Thesis

Supervisor(s): Luoma, Eetu

Applications that focus on refining collected data are becoming more popular amongst organizations. The information gained from processing and modeling of business data is moving organizations from intuitive decision-making into more data-based decision-making. Appropriate forecasting offers a basis for strategic and operative decision-making in organizations. Forecasting is potentially able to provide significant benefits for the organizations competitiveness. This bachelors' thesis is a literature review and the purpose of this thesis was to find out how artificial intelligence could be used in business forecasting. The thesis compares artificial intelligence applications and the demands of predictive analytics. Artificial intelligence and especially artificial neural networks provide a potential solution to the restrictions of traditional predictive analysis. The mechanical processing of computers is also appropriate for the needs of massive data analysis. The data collected from business activities often contains significant amounts of nonlinear relationships. Artificial neural networks are capable of identifying such relationships and neural networks can often showcase relationships in the data that have not been recognized in the past using traditional methods. The research on the field indicates that artificial intelligence fits well for business forecasting. The strengths of human brain and artificial intelligence reinforce the weaknesses of one another, and therefore one approach is to use artificial intelligence to create a supporting system for a human user. Broader implementation of artificial intelligence in business forecasting requires more thorough research on the field, so guidelines for the development of such forecasting systems can be created.

Keywords: Artificial intelligence, Artificial neural network, Machine learning, Business, Forecast, Data analysis.

KUVIOT

KUVIO 1 Neuroverkko (mukaelma Li ym., (2018) kuviosta)	12
KUVIO 2 Ihmisen ja tekoälyn vastavuoroisuus päätöksenteossa (mukaelma Jarrahin (2018) kuviosta).....	18

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
KUVIOT	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 TEKOÄLYN SOVELLUKSET	9
2.1 Mitä on tekoäly?.....	9
2.2 Koneoppiminen.....	10
2.3 Syväoppiminen	11
2.4 Yhteenveto	13
3 TEKOÄLYN SOVELTUVUUS ENNAKOINTIIN	15
3.1 Tekoäly ja ennakoiva analytiikka	15
3.2 Tekoäly päätöksenteon tukena	17
3.3 Ongelmat tekoälyn käyttöönotossa	19
3.4 Big data tekoälyn tukena	20
4 YHTEENVETO	21
LÄHTEET	23

1 JOHDANTO

Tekoälyn (AI, Artificial Intelligence) tuomat laajat mahdollisuudet ovat herättäneet suurta mielenkiintoa jo muutamien vuosikymmenten ajan. Erityisen kiinnostaviksi tekoälyn teknologioiksi liiketoiminnan kannalta ovat nousseet koneoppiminen (Machine learning) sekä koneoppimisen mahdollistavat teknologiat eli neuroverkot (Artificial neural network) ja syväoppiminen (Deep learning) (Li, Jiang, Yang, & Wu, 2018). Nämä teknologiat ovat erityisen kiinnostavia, sillä niillä pystytään käsittelemään puutteellista dataa, oppimaan virheistä sekä löytämään epälineaarisia asiayhteyksiä (Kraus & Feuerriegel, 2017). Tekoälyn hyötykäyttö liiketoiminnan tukena ei ole kuitenkaan yleistynyt merkittävästi, vaikkakin tekoälyn sovelluksilla on todistetuksi saatu tehostettua suuriakin tehtäväkokonaisuuksia liiketoiminnassa (Tkáč & Verner, 2016). Catto ym. (2003) osoittavat tutkimuksessaan, että neuroverkkojen avulla pystytään ennakoimaan potilaan kehon reagointi virtsarakon syövän hoitoon selvästi paremmin, kuin perinteisillä menetelmillä. Ennakoinnissa tuli ottaa huomioon ihmisen kehon uniikkius sekä monia eri tavalla vaikuttavia ominaisuuksia. Tutkimus osoittaa, että tekoäly on kykeneväinen tuottamaan luotettavia tuloksia epävarmuudesta ja puutteellisesta tiedosta huolimatta.

Business Intelligence-sovellukset (BI, myös Business analytics) on todettu toimiviksi ratkaisuksi datan jalostamiseksi useissa tutkimuksissa. Chen, Chiang ja Storey (2012) tutkimuksessaan osoittavat, että Business Intelligence-sovelluksilla käyttäjät saavat käsiinsä uutta käyttökelpoista informaatiota liiketoiminnasta kerätyn datan pohjalta. Voidaankin siis todeta, että kerättyä dataa pystytään uusilla teknologioilla jalostamaan entistä enemmän liiketoiminnan vauhdittamiseksi. Kun liiketoiminnasta kerätyn datan määrä ja laatu kasvavat, pystytään sellaista dataa käsittelemään ja kvantifioimaan, jota ei aiemmin kyetty ottamaan huomioon. Vaikka tekoälyn vahvuudet perustuvat käsiteltävän datan määrään ja kvantifioitavuuteen, pystytään nykyään myös puutteellista ja kvantifioimatonta dataa käsittelemään tekoälyllä neuroverkkojen avulla (Nagar & Malone, 2011).

M. D. Odom ja R. Sharda (1990) osoittivat jo lähes 30 vuotta sitten tutkimuksellaan neuroverkkojen potentiaalin aiempiin metodeihin verrattuna liike-

toiminnan ennakoinnissa. Uudemmat tutkimukset liittyen tekoälyllä ennakoimiseen jakavat melko samankaltaisia loppupäätelmiä teknologioiden toimivuudesta. Nagar ja Malone (2011) toteavat tutkimuksessaan tekoälyn ja ihmisen ennakointikyvystä liiketoiminnan markkinoilla, että paras lopputulos saavutetaan yhdistämällä koneäly ja ihmisäly. Dellermann, Ebel, Leimester, Lipusch ja Popp (2017) osoittavat myös tutkimuksessaan, ettei parasta ennustustarkkuutta saavuteta pelkällä ”kovan” datan käsittelyllä, vaan lisäksi vaaditaan myös ihmiselle ominaista intuitiota, kun käsiteltävä data ei ole selkeästi lineaarista. Molemmista tutkimuksista esitetäänkin idea hybridiälyn (hybrid intelligence system) käytöstä. Tällainen tekoälyn variaatio hyödyntää perinteisen tekoälyn vahvuuksiin lukeutuvan suuren datamäärän kollektiivisen käsittelyn ja jalostamisen sekä mahdollistaisi intuitiivisten oletuksien tekemisen koneoppimisen ja neuroverkkojen avulla (Li, 2000). Tällainen malli on todettu toimivaksi myös esimerkiksi ennakoissa korealaisten liiketoimijoiden epäonnistumista (Ahn, Cho, & Kim, 2000).

Tutkielmassa selvitetään, millaista ennakointia tekoälyn avulla kyetään tekemään kerätyn datan pohjalta, ja kuinka liiketoimintaa harjoittavat organisaatiot voivat hyödyntää tekoälyllä jalostettua dataa toiminnassa. Tutkimus on tarkoitettu koskeva jokaista liiketoimijaa, ja keskustella mahdollisuuksista datan jalostamisen parantamiseksi. Tämän hetken ongelmat vaikuttaisivat koskevan lähinnä kyvyttömyyttä selittää täydellisesti, miten ja miksi tekoäly oikeasti tuottaa arvoa liiketoimijoille. Toinen ongelma on, ettei tutkimuksissa ole käytetty yhtä tiettyä variaatiota tekoälyn teknologioista, vaan teknologioita on hyödynnetty ja yhdistelty eri suhteissa. Ei ole siis olemassa tiettyä ohjesääntöä, joka olisi useassa tutkimuksessa osoitettu parhaaksi. Useammassa tutkimuksessa on esitelty tekoälyn teknologioita yhdistelevän hybridimallin olevan optimi ratkaisu liiketoiminnassa, mutta spesifi malli tällaisesta hybridimallista tuntuu puuttuvan. Monet tutkimukset kuitenkin osoittavat selkeästi tekoälyn suuren potentiaalisen liiketoiminnan ennakoinnissa. Ennakoinnin kautta kyetään reagoimaan markkinoilla tapahtuviin muutoksiin ketterästi, jolle on varmasti kysyntää erityisesti IT-alan organisaatioissa. Uusien asiayhteyksien löytyminen neuroverkkojen avulla voisi aiheuttaa suuriakin muutoksia markkinoilla ja liiketoiminnassa yleisesti.

Tutkielmassa kootaan aiheesta tehtyjä tutkimuksia ja esitetään yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia tutkimustulosten välillä, jotta voidaan luoda johtopäätöksiä aihealueen tämänhetkisestä tilasta. Tarkoituksena on vastata seuraavaan tutkimuskysymykseen:

- Miten tekoälyä voidaan hyödyntää liiketoiminnan ennakoinnissa?

Tutkielmassa analysoidaan, miten analytiikkaa tällä hetkellä hyödynnetään liiketoiminnassa, ja miten tekoälyn laajempi käyttöönotto voisi edesauttaa liiketoimijoita ennakoimaan muutoksia omassa liiketoiminnassa. Aion vertailla ennakoimiseen vaadittavia ominaisuuksia ja tekoälyn teknologioiden tarjoamia vahvuuksia. Kokonaisuutena tarkoituksena on kartoittaa, mitä aihealueita tulisi tutkia enemmän, jotta liiketoimijat voisivat mahdollisesti laajemmin ottaa käyt-

töön tekoälyn apuvälineeksi liiketoiminnan ennakoinnissa. Oletettu tulos on, että aihe vaatii laajempaa tutkimusta tekoälyn tuomista mahdollisuuksista ja ongelmista liiketoimijalle. Potentiaali liiketoiminnankin tehostamiselle on varmasti suuri, mutta käyttöönotto on vielä turhan riskialtista tai haastavaa.

Tutkimus on tehty kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuus on pyritty valikoimaan alan tunnetuista jounaaleista tai muuten hyväksi todetuista, vertaisarvioituista lähteistä. Tekoälyä on tutkittu jo useita vuosikymmeniä, joten tutkielmaa varten on pyritty löytämään mahdollisimman paljon tuoreita kirjoituksia aiheesta, jotta tutkielman oletukset ja johtopäätökset olisivat mahdollisimman ajan tasalla. Käytettäviin kirjastoihin lukeutuu Scopus, Proquest, ScienceDirect, Jykdok ja Aisel. Lähteitä on haettu myös Google Scholar-hakukoneella. Googlen hakutuloksena löydettyistä artikkeleista tarkistetaan huolellisesti lähteet ja julkaisualustat. Varsinkin merkittävimpiä johtopäätöksiä tehdessä pyritään viittaamaan aina korkealaatuisiin lähteisiin, mieluummin useampaan kuin yhteen. Hakusanoihin lukeutuu ainakin seuraavat: "Artificial Intelligence", "Neural networks", "Deep learning / Machine learning", "Hybrid intelligence", "Business", "Business Intelligence/analytics", "forecasting" ja "prediction". Näitä hakusanoja yhdistelemällä löytyy runsaasti kirjallisuutta. Kirjallisuutta lukemalla muodostetaan myös uusia hakusanoja aihealueesta. Tutkielmassa on pyritty löytämään mahdollisimman paljon tutkimuksia tekoälyn käytöstä nimenomaan liiketoiminnassa, mutta osa lähteistä voi koskea myös muita tieteenaloja, joissa tekoälyä on käytetty onnistuneesti saamalla parempia lopputuloksia, kuin perinteisestä tiedonkäsittelystä tai analysoinnista. Lähteiden haussa ja valikoimisessa noudatettiin Okolin ja Schabramin (2010) ohjeistusta kirjallisuuskatsauksen tekemiseen. Artikkeleja valittaessa otettiin huomioon julkaisualustan laatuluokitus, tutkimuksessa käytettyjen lähteiden laatu, sekä tehtyjen viittausten määrä Google Scholarin mukaan.

Tutkielma on kirjoitettu seuraavanlaisella rakenteella: Johdanto, kaksi sisältöluokua ja yhteenveto. Ensimmäiseen sisältöluokuuun "Tekoälyn sovellukset" on avattu, millaisia sovelluksia on käytetty tekoälyn implementoinnissa. Luvussa on myös analysoitu eri sovelluksien vahvuuksia ja heikkouksia erilaisissa tilanteissa. Toisessa sisältöluvussa "Tekoälyn soveltuvuus ennakointiin" on pyritty löytämään analytiikkaan liittyviä tutkimuksia, joissa tekoälyä on hyötykäytetty. Näin on luotu käsitys siitä, millaisia vaatimuksia nykypäivän tekoälyn sovellukset asettavat käsiteltävälle datalle. Luvussa on erityisesti keskitytty liiketoiminnalle ominaisiin attribuutteihin ja millainen tekoälyn sovellus olisi paras ratkaisu liiketoiminnan harjoittajille, ja mitä uutta arvoa tekoäly mahdollisesti luo liiketoimijalle. Viimeisessä luvussa kootaan sisältöluvut synteessillä yhteenvedoksi, jonka pohjalta tehdään johtopäätökset aihealueen tutkimuksien tuloksista ja tämänhetkisestä tilanteesta.

2 TEKOÄLYN SOVELLUKSET

Tässä luvussa avataan tiivistetysti tekoälyyn liittyviä tärkeimpiä termejä ja sovelluksia, jotka ilmenevät tutkimusaiheeseen liittyvissä tutkimuksissa. Luvussa keskitytään erityisesti ennakointiin käytettyihin tekoälyn sovelluksiin, sekä niiden kehitysvaiheeseen ja ominaisuuksiin. Luku etenee loogisesti tekoälyn yleisestä määrittelystä kehittyneimpiin tekoälyn sovelluksiin.

2.1 Mitä on tekoäly?

Tekoälyn määrittely on pysynyt kiistanalaisena aiheena sen pitkästä historiasta huolimatta. Kuitenkin monet tutkijat yhtyvät perus ajatukseen siitä, että tekoälyn avulla saadaan kone tekemään jotain, jota ihmisen toiminnassa voidaan kutsua älylliseksi. Perimmäinen ajatus monissa tekoälyn teknologioissa on mallintaa ihmisaivoja ja niiden toimintaa ongelmanratkaisutilanteissa (Arel, Rose, & Karnowski, 2010; Papatla, Zahedi & Zekic-Susac, 2002; Siau & Yang, 2017). Määrittelyn kiistanalaisuus johtuu pitkälti siitä, ettei älykkyydelle (intelligence) ole yhtä yleispätevää määritelmää. Vaikka useimmiten älykäs toiminta on tunnistettavissa suurpiirteisesti, on vaikeaa määrittää tiettyä rajaa, jonka ylitettyä koneen toiminta voidaan luokitella älykkääksi. Älykkyyttä itsessään ei useimmiten mielletä yhdeksi ominaisuudeksi, vaan se koostuu useiden erillisten ominaisuuksien kokonaisuudesta (Luger, 2005).

Tekoäly usein jaotellaan kahteen eri luokkaan, vahva tekoäly ja heikko tekoäly. Vahva tekoäly tarkoittaa laitetta, jolla on tietoisuus ja oma mieli, ja kone kykenee toimimaan älykkäästi useammassa kuin yhdessä tehtävässä. Heikko tekoäly puolestaan keskittyy yhteen määriteltyyn ongelmaan. (Siau & Yang, 2017). Vahvan tekoälyn tulee siis pystyä osoittamaan korkeammalla tasolla ymmärrystä tekemistään tehtävistä, kun taas heikon tekoälyn kehityksessä kiinnostavaa on lähinnä prosessista saadun lopputuloksen oikeellisuus. Vahvaa tekoälyä ei ole vielä pystytty kehittämään, eikä vahva tekoäly ole olennaista tämän tutkimuksen kannalta. Kaunokirjallisuudessa kuvattavat robotit ja teko-

älyn muodot ovat melkein poikkeuksetta vahvaa tekoälyä, joka voi muodostaa virheellisen käsityksen tekoälyn kehitystyöstä. Heikon tekoälyn sovellukset ovat kiinnostavia tämän tutkimuksen kannalta, sillä ne ovat nykypäivänä jo potentiaalisesti toteutettavissa, ja tekoälyn tehtävä on rajattu tutkielman osalta tiettyyn liiketoiminnan osa-alueeseen, liiketoiminnan ennakkointiin.

2.2 Koneoppiminen

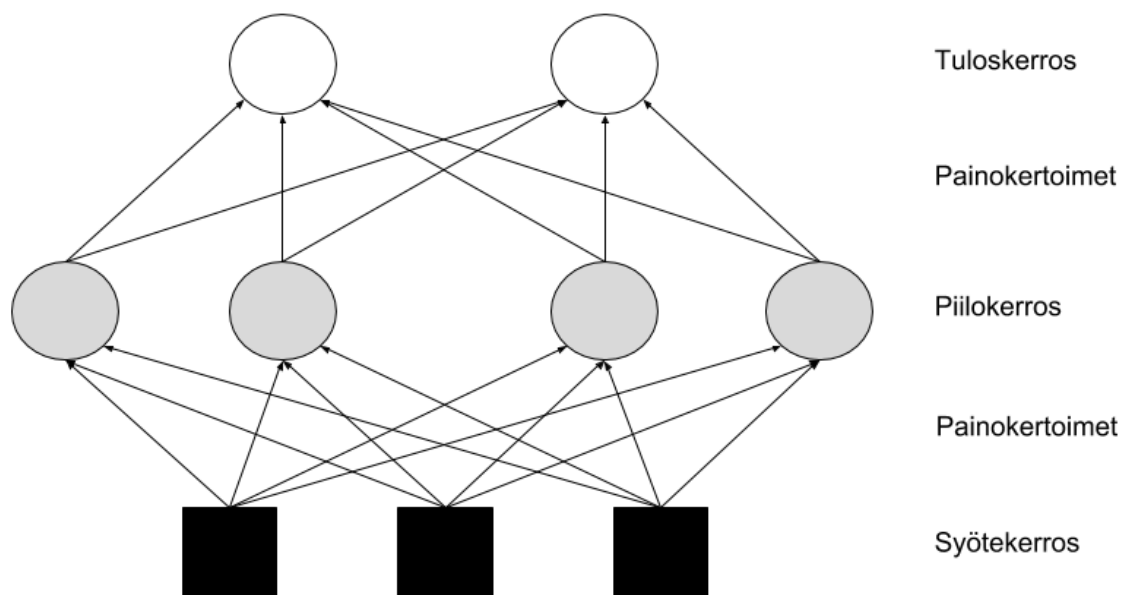
Koneoppiminen on yli 50 vuoden historian omaava tutkimusala, joka mahdollistaa nimensä mukaisesti järjestelmien koneellisen oppimisen. Koneoppimisen algoritmit mallintavat ihmisen aivoille ominaista oppimisen prosessia, pyrkimyksenä parantaa suorituskkyä pohjautuen uuteen tietoon, jota luodaan jäsentelemällä uudelleen syötettyä dataa. Oppimisen prosessi voidaan karkeasti jakaa kahteen osa-alueeseen: tiedon hankkiminen ja taidon jalostus. Älyllisen toimijan, mukaan lukien tekoälyllä toimivan koneen, tulee kerätä ympäristöstä riittävästi informaatiota ja jalostaa kerättyä informaatiota, jotta voidaan ymmärtää laajempia asiakokonaisuuksia. Erilaisten korrelaatioiden tunnistamiseen vaaditaan riittävä määrä informaatiota, jotta tulos voidaan todeta luotettavaksi. Yleinen käsitys onkin, että henkilö pystyy osoittamaan parempaa tietoutta tarkemmin perustein, ja tuottamaan perustellumpia oletuksia asiayhteyksistä, mitä laajemmalta näkyvyysalueelta (scope) kyseisellä henkilöllä on kokemusta asiaan liittyen. Tähän laajaan kokonaisuuteen sisältyvää oppimista kutsutaan tiedon hankkimiseksi. Taidon jalostus taas perustuu opittujen taitojen käyttöön ja epäkohtien korjaamiseen toiminnassa. (Michalski, Carbonell & Mitchell, 2013). Tässä tutkimuksessa tekoälyn osalta taidon jalostus ei keskity motoriikan kehittämiseen vaan jonkin asteisten koneellisten kognitiivisten taitojen kehittämiseen. Koneellinen tiedonkäsittely mahdollistaa massiivisten datamäärien käsittelyn, joten järjestelmä saadaan koulutettua laajalla kirjolla erityyppisiä skenaariorioita.

Koneoppiminen on tämän tutkimuksen kannalta erityisen kiinnostava tekoälyn teknologia, sillä se mahdollistaa asiayhteyksien tunnistamisen ja ennusteiden tekemisen syötetyn datan pohjalta. Erilaisten algoritmien seurauksena järjestelmä pystyy omaksumaan uusia tietoja ja taitoja. (Li ym., 2018). Murphree (2016) käsittelee tutkimuksessaan koneoppimisen kyvykkyyttä havaita poikkeamia syötetyssä datassa. Tutkimuksessa erityisen kiinnostuneita ollaan suurten datamäärien käsittelystä. Tutkimuksessa todetaan, että koneoppimisen koko toiminta perustuu korrelaatioiden ja kaavojen löytämiseen syötetyn datan pohjalta oppiakseen ja suoriutuakseen paremmin tehtävässä. Koneoppiva järjestelmä pystyi löytämään syötetyn datan pohjalta korrelaatioita, ja toimi täten halutulla tavalla. Tuloksissa todetaan, että tällainen järjestelmä on hyvin skaalautuva ja siksi toimii myös monimutkaisemmissa ratkaisuisissa. Murphree esittää lisäksi, että koneoppiminen on erittäin toimiva käsiteltäessä suuria data-

määriä, sillä yhtäläisyyksien löytäminen ja johtopäätösten oikeellisuus lisääntyy käsiteltävän datamäärän kasvaessa.

2.3 Syväoppiminen

Syväoppiminen on yksi tapa toteuttaa koneellista oppimista järjestelmälle. Järjestelmä käyttää toimiakseen neuroverkkoja useassa kerroksessa ja edellisen kerroksen tulos käytetään seuraavan kerroksen syötteenä. Syväoppiminen mahdollistaa oppimista, joka voidaan toteuttaa joko hyvin ohjatusti tai ohjaamatta haluttuun suuntaan. Parhaat tulokset koneoppimisen kehityksessä on tähän mennessä saatu käyttämällä hyväksi syväoppivia neuroverkkoja (Schmidhuber, 2015; Li ym., 2018). Kuvio 1 esittää neuroverkkoja ja niiden toimintaa suurpiirteisesti. Jokaisessa kerroksessa oleva solmu esittää käytännössä yhtä neuronaa. Piilokerroksia voi olla syötteiden ja tulosten välissä useita, ja piilokerrosten lisääminen usein nopeuttaa oppimisprosessia. Solmut voidaan nähdä myös funktioina, jotka toteutuvat syötetyille luvuille solmuun tultaessa. Syötekerroksen luvut voivat olla mitä tahansa lukuja, jotka nähdään olennaisiksi lopputuloksen löytymisen kannalta. Jokainen solmusta lähtevä nuoli esittää painokerrointa, joka esittää eri solmujen välistä yhteneväisyyttä ja toisaalta vahvuutta. Kun solmusta lähtevä luku kerrotaan tällä painokertoimella, saadaan tulos vaikuttamaan seuraavaan solmuun halutulla tavalla, sillä kaikki syötteet eivät vaikuta kaikkiin tuloksiin samalla painoarvolla. Oppiminen neuroverkolla toteutetaan niin sanotuilla evoluutioilla (backpropagation). Tulokerroksen tuloksia verrataan haluttuihin lopputuloksiin ja kerroksissa palataan "taaksepäin" muokkaamaan eri kerrosten painokertoimia, jotta voidaan korjata virheet eri kerroksissa. Painokertoimia muuttamalla päädytään evoluution myötä lopulta neuroverkkoon, joka tuottaa tarkasti haluttuja lopputuloksia. (Li ym., 2018).



KUVIO 1 Neuroverkko (mukaelma Li ym., (2018) kuviosta)

Tällä hetkellä syväoppivia järjestelmiä koulutetaan lähinnä ohjatusti. Ohjatulla oppimisella tarkoitetaan prosessia, jossa järjestelmälle annetaan syötteitä sekä haluttu lopputulos, ja järjestelmä pyrkii selvittämään funktion, joka toimii halutulla tavalla. Järjestelmälle annetaan valtuudet muuttaa lukuisia painokertoimia kehittyäkseen tehtävässä. Aiemmin erilaiset koneoppimisen menetelmät vaativat paljon työtä ja järjestelmä tuli kehittää tarkalleen yhteen tehtävään. Syväoppiminen soveltuu laajasti erilaisiin tehtäviin, vaatien vähemmän kehitystyötä kuin aiemmat sovellukset. Syväoppivan järjestelmän oppiminen perustuu kuitenkin useimmiten laajaan pohjadataan, jonka ihminen määrittää ja lajittelee järjestelmälle. Tämä koetaan tällä hetkellä yhdeksi syväoppimisen heikkouksista, sillä esimerkiksi ihminen pystyy tekemään perusteltuja päätöksiä sellaisissakin tilanteissa, joissa pohjadataa on vähän. (LeCun, Bengio & Hinton, 2015).

Ohjaamattomalla oppimisella tarkoitetaan metodia, jossa järjestelmälle annetaan syötteenä dataa, mutta tiettyä haluttua lopputulosta ei erikseen määritellä. Järjestelmän tehtävänä on siis osoittaa mielenkiintoisia rakenteita tai korrelaatioita syötetystä datasta (Coates, Ng & Lee, 2011). Ohjaamattoman oppimisen kautta pystytään koneelle mahdollistamaan ihmisen kaltainen intuitiivinen päätöksenteko. Ohjaamattomalla oppimisella voi erityisesti syötetyn datan pohjalta löytää informaatiota, jota perinteisillä menetelmillä ei ole kyetty osoittamaan. Syväoppimisen sovelluksissa esiintyy myös hybridioppimista, joka tarkoittaa ohjatun ja ohjaamattoman oppimisen yhdistelemistä parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Murphree (2016) esittääkin tutkimuksessaan, että ohjattua oppimista voidaan toteuttaa esimerkiksi regressioanalyysin kautta, kun

pohjadataa löytyy tarpeeksi järjestelmän opettamista varten. Ohjaamatonta oppimista voidaan taas toteuttaa esimerkiksi datan ryhmittelyn kautta, jotta voidaan löytää tietoa, kun haluttua lopputulosta ei ole erikseen tarkkaan määritelly. Neuroverkkojen toiminnasta ei aina täysin tiedetä mitä järjestelmässä tapahtuu syötteen ja lopputuloksen välillä, niin sanottujen piilotettujen tasojen (hidden layers) kohdalla, jolloin perustelujen saaminen päätökselle yksittäisessä skenaariossa voi olla hankalaa (Schmidhuber, 2015). Papatla et al. (2002) osoittavat tutkimuksessaan, ettei neuroverkkojen toteutukselle ole olemassa yhtenäistä mallia, joka olisi todettu parhaaksi. He kokeilevat tutkimuksessaan yhdistellä neuroverkkojen malleja hybridimalleiksi ja huomasivat tulosten olevan samaa tasoa tai parempia, kuin yksittäisellä mallilla tehtynä. Tämä osoittaa, ettei tuolloin yleisesti käytetyistä neuroverkkojen sovelluksista löydy yhtä selkeästi parhaiten toimivaa mallia.

Neuroverkkoja hyödyntävät erilaiset tekniikat mahdollistavat asiayhteyksien tunnistamisen ja ennakkoinnin datan pohjalta, joka taas mahdollistaa hyödyntämisen liiketoiminnan ennakkoinnissa. Esimerkiksi ANFIS (adaptive neuro-fuzzy inference system) eli mukautuva neuroverkko ja sumeaa logiikkaa hyödyntävä päättelyjärjestelmä on osoittautunut sopivaksi käsiteltäessä epälineaarisia asiayhteyksiä. ANFIS hyödyntää ohjattua ja ohjaamatonta oppimista yhdistelevää hybridioppimista, joka erityisesti mahdollistaa epälineaaristen yhteyksien löytämisen syötteen ja tuloksen väliltä. ANFIS soveltuu tästä syystä esimerkiksi innovaatioiden menestyksen ennakoimiseen (Ho & Tsai, 2011). ANFIS järjestelmän nimessäkin esiintyvä fuzzy viittaa sumeaan logiikkaan (fuzzy logic), joka tarkoittaa tekniikkaa korvata klassiset boolean-totuusarvot 0 (false) ja 1 (true) jollain desimaalilla näiden kahden välillä. Sumealla logiikalla pystytään siis käsittelemään totuusarvoja, kun niihin liittyy epävarmuutta. Usein realistisessa tilanteessa asiat eivät ole pelkästään totta tai epätotta, jolloin järjestelmälle pystytään sumealla logiikalla paremmin esittämään tehtävään liittyvä tilanne (Relich, 2010). ANFIS on yksi esimerkki mallista, joka hyödyntää useampaa kuin yhtä älyllistä teknologiaa hyödyntämällä neuroverkkoja ja sumeaa logiikkaa. Tällaista useaa älyllistä teknologiaa yhdistelevää järjestelmää kutsutaan hybridiälylliseksi järjestelmäksi (Hybrid intelligent system). Hybridisoinnilla pystytään paikkaamaan toisen teknologian heikkouksia toisen teknologian vahvuuksilla, ja näin saavutetaan tehtävään paremmin sopiva tekoälyn sovellus (Seera & Lim, 2014).

2.4 Yhteenveto

Tämä luku käsitteli tekoälyn sovelluksia, eli tekoälyn tutkimuksen saavuttamia tuloksia ja potentiaalisia ratkaisuja hyödyntää tekoälyä liiketoiminnan ennakkoinnissa. Kirjallisuuden pohjalta huomataan, että vaikka tekoälyä on tutkittu jo melko pitkään, on viimeisten vuosien aikana saavutettu merkittäviä harppauksia tekoälyn kehitystyössä. Neuroverkot ovat herättäneet kiinnostusta mo-

nella eri tieteen alalla ja neuroverkoilla on saavutettu monia tavoitteita, joita tekoälyn kehitykselle on asetettu.

Tekoälyn kehitys on avannut monia mahdollisuuksia soveltaa tekoälyä erilaisissa tehtävissä tehostamaan toimintaa niin arjessa kuin myös liiketoiminnassa. Tutkimuksen aihe keskittyy tekoälyn kykyyn auttaa liiketoiminnan analytiikassa, erityisesti ennakoitavuuden osalta. Tutkimukset osoittavat, että tekoäly on jo vaikuttamassa merkittävästi liiketoimintaan, etenkin myynnin ja markkinoinnin osalta, ja kehitys on vain kiihtymässä entisestään. Tutkimuksista voi huomata, että tekoälyn kehitystyö on paljon laajempi kokonaisuus, kuin median muodostama käsitys antaa olettaa massoille. Tällä hetkellä kiinnostavat ja menestyneet tekoälyn sovellukset keskittyvät nimenomaan heikon tekoälyn ympärille toimittamaan jotain rajattua tehtävää. Tekoälyn kehityksessä on edetty jatkuvasti ja edelleen pystytään eri tekniikoita yhdistelemällä osoittamaan parempia tekniikoita hyödyntää tekoälyä. Tällä hetkellä kuitenkin melko monissa tutkimuksissa etenkin ennakointiin ja data-analytiikkaan liittyen käytetään neuroverkkoja jossain muodossa. Neuroverkkoja voidaan kuitenkin hyödyntää monella eri tavalla, ja ongelmana tutkimuksissa usein todetaankin ettei neuroverkoille ole osoitettu yhtä parhaiten toimivaa ratkaisua useammassa tilanteessa. Tekoälyn tutkimuksen kautta luodaan vankka pohja kehittää tekoälyn suorituskykyä entistä pidemmälle. Erilaisten tekoälyn sovellusten kehitys mahdollistaa laajemman käytön entistä moniulotteisimmissa tehtävissä, ja voidaan olettaa, että kehityksen jatkuessa tekoälyä tullaan hyödyntämään entistä laajemmin myös liiketoiminnassa.

3 TEKOÄLYN SOVELTUVUUS ENNAKOINTIIN

Tässä luvussa keskitytään tarkastelemaan tekoälyn soveltuvuutta ennakointiin liittyvissä erilaisissa tehtävissä. Aluksi tarkastelun kohteena on perinteinen ennakoiva analytiikka ja sen potentiaalinen tehostaminen. Toisessa alaluvussa käsitellään ihmisen ja tekoälyn välistä vuorovaikutusta. Lopuksi katsastellaan uusia teknologioita ja tekoälyn paikkaa nykypäivän organisaatioissa ennakoinnin näkökulmasta.

3.1 Tekoäly ja ennakoiva analytiikka

Ennakoiva analytiikka yhdistelee eri tekniikoita, jotka ennakoivat tulevaisuutta perustuen aiempaan ja tämänhetkiseen dataan. Pohjimmiltaan ennakoiva analytiikka pyrkii löytämään asiayhteyksiä ja yhteneväisyyksiä syötetystä datasta. Tästä syystä ennakoiva analytiikka sopii laajasti lähes kaikkiin tehtäviin, joissa datan pohjalta pyritään tekemään ennakointia. Ennakoiva analytiikan tekniikat voidaan jakaa kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä koostuu tekniikoista pyrkii löytämään aikaisemmasta datasta korrelaatioita ja jalostaa näitä korrelaatioita edelleen, jotta voidaan ennakoida tulevaa. Esimerkiksi trendikäyriä tehdään liukuvan keskiarvon pohjalta, johon tarvitaan tietoa aiemmasta toiminnasta. Toinen ryhmä taas koostuu tekniikoista löytää ja estimoida lineaarisia riippuvuuksia arvojen väliltä, jotta voidaan ennakoida myös tulevaa käyttäytymistä. (Gandomi & Haider, 2015). Esimerkiksi markkina-arvoja pystytään ennakoimaan erilaisilla menetelmillä, sillä markkina-arvojen käyttäytyminen ei ole täysin sattumanvaraista. Tästä syystä tekoälyn hyötykäyttö ennakoinnissa eri liiketoiminnan osa-alueilla on potentiaalista, sillä tekoälyllä toimivalle järjestelmälle voidaan syöttää Big datan ansioista todella suuria määriä dataa käsiteltäväksi, jolloin ennusteet pohjautuvat suurempaan määrään dataa, kuin perinteisillä menetelmillä. Trendien ennakointiin, joihin sisältyy tietyn mittaisia aikasarjoja (esimerkiksi markkina-arvo) on todettu parhaaksi teknologiseksi uusiutuva neuroverkko (recurrent neural network). Uusiutuvassa neuroverkossa yksittäiset solmut säilyttävät edellisen syötetyn datan muistissa ja pystyy tätä

kautta vertailemaan eri syötteitä halutulla tavalla keskenään. Tämä mahdollistaa sekvenssipohjaisen datan analysoinnin ja ennakkoinnin, joka on markkina-arvojen ennakkoinnin kannalta olennaista. Ennakkoinnille voidaan asettaa myös haastavuudeltaan eritasoisia tehtäviä. Markkina-arvon tarkan arvon ennakointi on usein haastavaa, kun taas nousevan tai laskevan suunnan tai kurssin huojunnan ennakointi on usein helpompaa. (Li, ym., 2018). Liiketoiminnan analytiikassa trendikäyrien ennakointia voitaisiin hyödyntää monellakin osa-alueella. Esimerkiksi kuukauden tai vuoden tuloksen ennakkoinnista voi liiketoimija saada merkittävää hyötyä. Heaton, Polson & Witte (2016) esittävät tutkimuksessaan, että syväoppimista hyväksikäyttäen saadaan käyttöön ja pystytään käsittelemään tietoa, joka jää ainakin tällä hetkellä perinteisillä menetelmillä huomiotta, lisäksi he osoittavat, että tekoäly soveltuu rahoitusalan ennakoititehtäviin erittäin hyvin, ja tekoäly antaa luotettavia vastauksia teoreettisiin- ja käytännönongelmiin. Syväoppimisen avulla pystytään hyödyntämään suuria datamääriä, jonka kautta optimoidaan ennusteen tulos. Tutkimuksessa osoitetaan teknologian suuri potentiaali tehostaa ennakkoinnin tuloksia verrattuna perinteisiin data-analytiikan menetelmiin. Tekoäly nähdään niin selvästi parempana ratkaisuna, ettei perinteisten menetelmien kehittäminen pysty enää kilpailemaan tekoälyn suorituskyvyn kanssa. Tekoäly saattaa tätä kautta haastaa perinteiset markkinat ja odotettavissa on mahdollisesti suuria muutoksia liiketoiminnassa. Tutkimuksessa myös todetaan, että liiketoiminnan alalta löytyy paljon osa-alueita, joihin syväoppimista voidaan hyödyntää, ja kaikista alueista ei ole vielä tutkimusta.

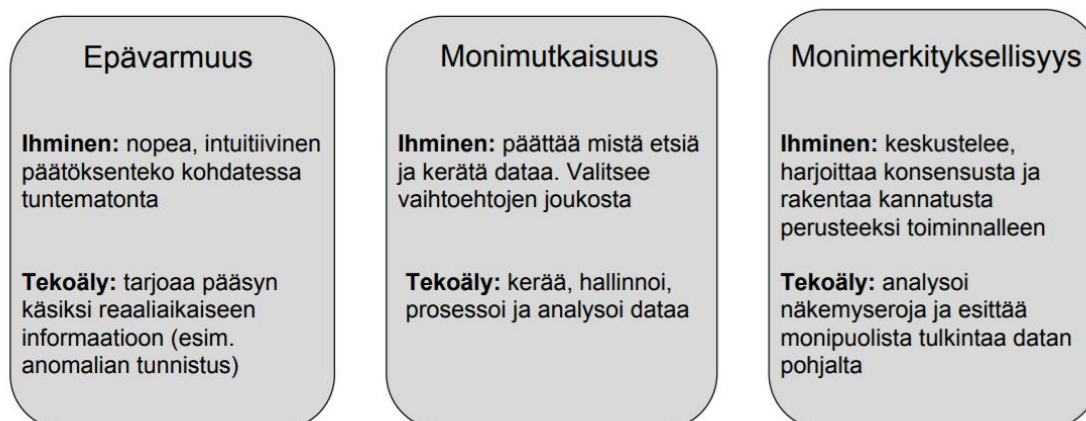
Hyvin toteutettu ennakoiva analytiikka ja ennusteet muodostavat kattavamman pohjan organisaation suunnittelulle liiketoiminnan eri osa-alueilla (markkinointi, tuotanto, rahoitus, henkilöstö). Neuroverkot teknologiana tarjoaa ratkaisuja moniin ennakoivan analytiikan aiemmin kohtaamiin rajoitteisiin. Perinteisillä ennakoivan analytiikan menetelmillä pyritään dataa usein lineaarisesti approksimoimaan. Tällaisilla menetelmillä ei välttämättä saada tarkoituksenmukaisia tuloksia, jos käsiteltävä data sisältää epälineaarisia asiayhteyksiä. Liiketoiminnasta kerätty data sisältää usein runsaasti epälineaarisia asiayhteyksiä ja käsiteltävää dataa on useimmiten paljon. Neuroverkkojen vahvuudet keskittyvät nimenomaan koneellisen tietojenkäsittelyn kautta suuriin datamääriin ja neuroverkkojen kautta epälineaaristen asiayhteyksien tunnistamiseen. Neuroverkkoja käytettäessä ei koneelle tarvitse koodin kautta asettaa oletuksia syötettyyn dataan kohdistuen, vaan neuroverkkojen sovellukset toimivat sellaisenaan, oppien prosessin edetessä. Epälineaarisuus on ominaista liiketoiminnassa kohdattaviin ongelmiin. Oppiminen datan ja kokemuksen kautta, sekä monipuolinen asiayhteyksien löytäminen nähdään erityisinä vahvuuksina neuroverkoille, sillä nämä ominaisuudet mahdollistavat teknologian soveltuvuuden erityisesti ennakkoinnin tehtäviin. (Zhang, 2004).

Grove, Zald, Lebow, Snitz & Nelson (2000) listaavat tutkimuksessaan yli 100 tutkimustulosta, joissa verrataan ihmisen ja koneen tekemiä ennusteita lääketieteessä. Lähes poikkeuksetta koneellinen ennakointi tuottaa parempia tai vastaavia tuloksia ihmisen ennakointiin verrattuna, ennakoitavasta ominaisuudesta

desta riippumatta. Nagar ja Malone (2011) käsittelevät tutkimuksessaan ihmisen ja koneen ennakointikykyä liiketoiminnan markkinoilla. He esittävät, että tekoälyn tuottamat tulokset ennakoinnissa ovat lähes aina parempia kuin ihmisen tuottamat tulokset. Heidän tutkimuksessaan nostetaan lisäksi esille, että kaikkein tarkimmat lopputulokset saadaan, kun ihminen toimii yhdessä tekoälyn kanssa ja ihminen muodostaa ennusteen tekoälyn antamien tietojen pohjalta. On siis tärkeää aihealueen tutkimuksen kannalta huomioida myös mahdollisuus tekoälyn ja ihmisen yhteistyöstä parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Kun käsiteltävää dataa on vähän tai käsiteltävän datan laatu on hyvin abstraktia tai muuten vaikeassa muodossa, vaaditaan ihmiselle ominaista intuitiota, jotta dataa voidaan käsitellä. Tutkimuksessa mainitaan, että koneen ja ihmisen ennakointikyvyn yhdistäminen voisi olla erityisen hyödyllistä käsiteltäessä ihmismassojen toimintaa erilaisissa tilanteissa, esimerkiksi kuluttajakäyttäytyminen tai kilpailijoiden toiminta. Koneen ja ihmisen ennakoinnin yhdistäminen on erityisen hyödyllistä tällaisissa tilanteissa, joissa syötettävää dataa on riittävästi, mutta kaikkia vaikuttavia tekijöitä ei pystytä nimeämään tai niitä ei tunnisteta.

3.2 Tekoäly päätöksenteon tukena

Aihealueen tutkimuksissa esitetään, ettei ole tarkoituksenmukaista vertailla pelkästään, kumpi suoriutuu annetusta tehtävästä paremmin, ihmisäly vai tekoäly. Joissakin tapauksissa paras ratkaisu ainakin tämän hetkisillä teknologioilla on käyttää tekoälyä päätöksenteon tukena antamaan mahdollisesti laajempaa näkökantaa dataan liittyen käyttäjälleen. Jarrahi (2018) esittääkin tutkimuksessaan, ettei tekoälyä tulisi ajatella ihmisen korvaajana, vaan tekoäly voi toimia työkaluna, jonka avulla saadaan aikaan parempia ja tehokkaampia tuloksia työntekijöiltä. Hän ehdottaa lisäksi, että tekoälyn kehitystyössä ja tutkimuksessa tulisi ottaa enemmän kantaa ihmisen ja tekoälyn väliseen yhteistyöhön mahdollisuutena. Koneita ei tulisi kehittää toimimaan kuten ihmiset, ja tätä kautta korvaamaan ihmistä, vaan koneita tulisi kehittää suuntaan, joka tehostaa toimintaamme ja laajentaa mahdollisuuksiamme omien rajojemme ulkopuolelle. Kuvio 2 esittää Jarrahin koonnin ihmisen ja tekoälyn vastavuoroisuudesta päätöksenteko tilanteissa, joihin sisältyy epävarmuutta, monimutkaisuutta ja monimerkityksellisyyttä. Kuviosta voidaan nähdä, että molemmat osapuolet tuovat päätöksentekoon omia vahvuuksiaan ja erilaisia näkemyksiä, joka mahdollistaa perustellumman lopputuloksen, kuin käyttäen hyväksi pelkästään toisen osapuolen tuottamia tuloksia.



KUVIO 2 Ihmisen ja tekoälyn vastavuoroisuus päätöksenteossa (mukaelma Jarrahin (2018) kuviosta)

Dellermann ym., (2017) tutkimus tukee ajatusta ihmisälyn ja koneälyn yhteiskäytöstä. Koneäly pystyy jo pienillä datamäärillä tuottamaan ennakoitutuloksia, mutta monissa tilanteissa ihmiselle ominainen intuitiivinen päätöksenteko ja ”pehmeän” tiedon käsittely on hyödyksi parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Ihmisellä on kyky löytää arvokasta informaatiota ilman, että voidaan juurikaan pohjata päättelyprosessia aiempaan dataan. Tkáč ja Verner (2016) osoittavat kokoavassa tutkimuksessaan, että erilaisten päätöksentekoa tukevien järjestelmien käyttö on lisääntynyt merkittävästi. Neuroverkot osoittautuvat tällaisissakin järjestelmissä tehokkaaksi teknologiaksi, sillä niiden avulla pystytään saavuttamaan parempia tuloksia kuin perinteisillä menetelmillä, varsinkin kun käsiteltävä data sisältää monimutkaisia tai epälineaarisia ominaisuuksia.

Li, Ang ja Gay (1997) tutkimuksessaan osoittavat skenaarioiden generoimisen olevan yksi tapa hyödyntää tekoälyä liiketoiminnan ennakoinnissa. Tutkimuksessa osoitetaan, että nimenomaan oppimisen kautta, neuroverkkoja hyväksi käyttäen, tekoälyllä toimiva järjestelmä saavuttaa parempia tuloksia, kuin perinteinen järjestelmä. Tutkimuksen järjestelmä oppii käytön yhteydessä, jolloin järjestelmä ei ole täysin riippuvainen käyttäjän kyvystä huomioida kaikki yksityiskohdat itsenäisesti. Skenaarioiden generoiminen voidaan laskea myös ennakoinnin keinoihin, sillä käyttäjä pystyy varautumaan tuleviin tapahtumiin koneen generoimien skenaarioiden pohjalta, ja mahdollisesti vaikuttamaan tulevaan erilaisilla muutoksilla toiminnassa.

3.3 Ongelmat tekoälyn käyttöönnotossa

Useat tutkimukset osoittavat tekoälyn potentiaalinen erilaisissa ennakkoinnin tehtävissä. Neuroverkkojen avulla on pystytty suoriutumaan jo monista erilaisista liiketoiminnan tehtävistä paremmin kuin perinteisillä menetelmillä, mukaan lukien ennakkoinnissa, joka toistaiseksi keskittyy pitkälti markkina-arvon ennakkointiin. Eri liiketoiminnan osa-alueilla tällaiset tekoälyn sovellukset ovat pystyneet osoittamaan epälineaarisia ja komplekseja asiayhteyksiä ilman ennakkokäsitystä syötetystä datasta. Neuroverkkoja ei ole kuitenkaan otettu merkittävästi käyttöön yleisellä tasolla. (Tkáč & Verner, 2016). Ongelmina nähdään tutkimuksen puutteellisuus ja kykenemättömyys yksikäsitteisesti selittää, kuinka neuroverkot päätyvät syötteestä lopputulokseen. (Tkáč & Verner, 2016; Schmidhuber, 2015; Zhang, Patuwo & Hu, 1998). Neuroverkkojen tuottamiin tuloksiin voidaan vaikuttaa myös olennaisesti opettamisvaiheessa. Syötetyn materiaalin on tärkeää olla varsinkin opetusvaiheessa laadukasta ja tarkoituksenmukaista, joten neuroverkkojen opetusvaihe vaatii ainakin toistaiseksi kokemusta neuroverkoista, ja on siksi haastavaa ottaa laajasti käyttöön. (Tkáč & Verner, 2016). Opetusprosessin kannalta olennaisiin asioihin, kuten opetusdatan ja toimivuuden tarkistukseen käytettävän datan muodostamiseen ei ole tutkimuksissa otettu yleisesti ottaen kantaa. Opetusprosessi ja oikean mallin valitseminen vaikuttavat merkittävästi neuroverkkojen suorituskykyyn tehtävässä, ja siksi tämäkin aihe kaipaa lisää tutkimusta, jotta haluttuihin lopputuloksiin päästään johdonmukaisesti. (Zhang, 2004).

Päätöksentekijöiden näkökulmasta on vaikeaa luottaa ja sijoittaa tällaiseen järjestelmään, vaikka lopputulokset voitaisiin todeta tarkemmiksi ja paremmiksi kuin perinteisillä menetelmillä. Tekoälyn tuomat mahdollisuudet liiketoiminnan kannalta ovat merkittävät ja on olemassa paljon mahdollisuuksia, joita ei ole vain tutkittu tarpeeksi. Tällä hetkellä toimivimmaksi menetelmäksi on osoittautunut eri tekoälyn mallien hybridisointi, joka on mahdollistanut tähän mennessä parhaat tulokset yksittäisissä tehtävissä. On kuitenkin mahdollista, että oikeanlaisen integraation ja toimintamallien muodostamisen kautta voidaan saavuttaa yksi tekoälyn malli, joka toimisi parhaiten useammassa tilanteessa. (Tkáč & Verner, 2016).

Nykyään markkinoilla on myös paljon yllättäviä tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa liiketoimintaan radikaalisti. Esimerkiksi median negatiivinen huomio jonkin onnettomuuden seurauksena saattaa laskea äkillisesti yhtiön markkina-arvoa ja vaikuttaa myyntiin. Tällaisia satunnaisuuksia on lähes mahdotonta ennakoida, ja satunnaisuus tulee aina huomioida ennakkointia tehdessä. Onkin siis olennaista, ettei ennusteisiin nojata toiminnassa liikaa, vaan kohdellaan niitä avustavana työkaluna ja suuntaa antavana arviona toiminnalle.

3.4 Big data tekoälyn tukena

Big datan merkitys ja käyttö on yleistynyt viime aikoina huomattavasti liiketoiminnan näkökulmasta. Big dataan on kuitenkin vaikeaa soveltaa perinteisiä tiedonkäsittelyn käytänteitä, sillä yleistyksset eivät suoraan skaalaudu Big dataan, vaan perinteisillä menetelmillä saatetaan helposti käsitellä tietoa puutteellisesti, vaikka dataa olisikin käytössä reilusti. Yksi tapa hyödyntää neuroverkkoja Big datan käsittelyssä on ryhmitellä dataa ja kerätä olennainen informaatio suuren datamäärän joukosta. Tällä tavalla myöhemmin jalostettu data on tarkoituksenmukaisempaa ja saadaan aikaan parempia lopputuloksia. (Stateczny & Wlodarczyk-Sielicka, 2014). Perustellut ennusteet perustuvat aina aikaisempaan dataan, ja ennusteita tehdessä tulee ottaa huomioon, että markkinat eivät välttämättä toimi samalla tavalla, kuin historiassa. Big datan avulla olisi potentiaalisesti mahdollista saada käyttöön suuria määriä dataa tämänhetkisestä tilanteesta, jolloin ennusteita pystyttäisiin tekemään mahdollisimman todenmukaisilla syötteillä.

Big datan käyttö mahdollistaa liiketoiminnan päätöksenteon siirtymisen intuitiivisemmasta päätöksenteosta datapohjaiseen päätöksentekoon. Big datan yhtenä heikkoutena mainitaan datan suodattamattomuus, eli kaiken kerätyn datan seassa on myös puutteellista ja virheellistä dataa. Oikeanlainen tekoälyn käyttö mahdollistaa massiivisten datamäärien luokittelun ja karsimisen, jolloin voidaan tuottaa uutta hyödyllistä informaatioita organisaatioille mallintamalla dataa liiketoiminnan kannalta kiinnostavaan muotoon. Tekoälyn avulla voidaan tämän datan pohjalta tunnistaa erilaisia trendejä ja näin mahdollistaa myös perusteltujen ennusteiden tekemistä. (O'Leary, 2013).

4 YHTEENVETO

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää, kuinka tekoälyä voidaan hyödyntää liiketoiminnan ennakoinnin tehtävissä. Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuden pohjalta muodostettiin kuva aiheen tutkimuksen tämän hetkisestä tilanteesta ja yleisesti ilmenevistä teemoista. Ennakoinnin avulla organisaatio voi parantaa merkittävästi kilpailukykyään, ja tutkielman motiivina olikin tarkastella ennakoivaa analytiikkaa nykYTEknologiaa hyödyntävästä näkökulmasta. Tutkielman ensimmäisessä sisältöluvussa käsiteltiin tekoälyn sovelluksia ja niiden ominaisuuksia. Toisessa sisältöluvussa tarkasteltiin ennakoivan analytiikan vaatimuksia, ja tekoälyn mahdollista hyödyntämistä ennakoinnin tehtävissä. Tutkielman tutkimuskysymys oli *”Miten tekoälyä voidaan hyödyntää liiketoiminnan ennakoinnissa?”*. Kirjallisuuskatsauksen tuloksena voidaan todeta, että tekoäly soveltuu monipuolisesti ennakointiin, vaikka syötettyyn dataan sisältyy merkittävässä määrin kompleksisuutta tai epävarmuutta. Tekoäly soveltuu siis myös ennakointiin liiketoiminnan näkökulmasta, sillä liiketoiminnan data sisältää usein paljon epälineaarisia asiayhteyksiä ja käsiteltävät datamäärät ovat suuria. Vaikuttaisi siltä, että tämänhetkisillä teknologioilla tulisi tekoälyä käyttää datan keräämiseen ja ryhmittelyyn, sekä päätöksenteon tueksi. Tutkimukset jotka vertailevat ihmisen ja tekoälyn suorituskykyä päättyvät usein yhteiseen päätelmään siitä, että parhaat tulokset saadaan aikaan tekoälyn ja ihmisen yhteistyöllä, vaikka tekoäly suoriutuukin tehtävistä usein paremmin kuin ihminen perinteisillä menetelmillä. Tutkielman toisessa sisältöluvussa todettiinkin jo, että lähes poikkeuksetta aihealueen tutkimuksissa käytettiin jotain mallia neuroverkoista hyödynnettäessä tekoälyä. Voidaankin todeta, että neuroverkot soveltuvat tämänhetkisistä tekoälyn teknologioista parhaiten ennakointiin liittyviin tehtäviin. Neuroverkot ovat usein myös osoittaneet erikoisia asiayhteyksiä syötetyn datan pohjalta, joita ei ole perinteisillä menetelmillä ole pystytty osoittamaan.

Tekoälyä liiketoiminnan ennakoinnin näkökulmasta ei ole tutkittu paljoa. Lähdekirjallisuuden perusteella voidaan kuitenkin todeta, että aihealueen tutkimus on kiihtymässä. Tekoälyn soveltuvuus ennakointiin on osoitettu useaan otteeseen ennakoivan analytiikan ja esimerkiksi rahoitusalan soveltuvuuden

kautta. Yleisistä ennakointiin liittyvistä tutkimuksista voi lisääntyvissä määrin löytää tekoälyn soveltamista erilaisissa entistä monimutkaisemmissa tehtävissä. Kokoavissa tutkielmissa todetaan hyvin selkeästi, että koneelliset ennakoinnin menetelmät tuottavat lähes poikkeuksetta parempia lopputulokset, kuin ennakointi perinteisillä menetelmillä. Business Intelligence sovellukset ovat herättäneet liiketoimijoiden mielenkiinnon datan analysointia kohtaan, ja tekoälyllä on potentiaalia tulla osaksi tehostamaan nimenomaan tämän lisääntyneen datamäärän jalostamista edelleen. Big datan kautta päästään käsiksi massiivisiin määrään dataa, ja perinteiset tiedonkäsittelyn menetelmät eivät aina skaalaudu Big dataan, eikä siksi tuota tarkoituksenmukaisia tuloksia. Teoreettinen potentiaali käyttöönotolle siis löytyy, mutta käytännöntutkimusta ei ole vielä tehty vähäisen käyttöönoton vuoksi tällä sektorilla. Aihealueen tutkimuksissa esiintyy jatkuvasti teema, jossa todetaan tekoälyn tuottavan parempia lopputuloksia, kuin perinteiset menetelmät, ja ehdotusta jatkotutkimuksille annetaan. Tällaisen teknologian kaupallistaminen kuitenkin uupuu, eikä toimivaksi todettua teknologiaa ole hyödynnetty merkittävässä määrin liiketoiminnassa. Tutkimuksissa ylipäätään tehdyt johtopäätökset esitetään usein ympärilyöreästi käyttäen sanamuotoja ”näyttäisi soveltuvan”, ”vaikuttaisi toimivan” ja niin edelleen, tämä osoittaa, että aihealue kaipaa lisää tutkimuksia taustalle, jotta perustellumpia ja varmempia johtopäätöksiä voidaan tehdä. Tutkimus aihealuetta kohtaan on kuitenkin selvästi lisääntynyt ja monet tässäkin tutkielmassa käytetyt lähteet ennakointiin liittyen on julkaista muutamien viime vuosien aikana.

Jatkotutkimusaiheina esitän puutteellisuuden neuroverkkojen sovelluksiin liittyvästä viitekehuksesta. Tutkimuksissa käytetään paljon erilaisia sovelluksia, ja usein sovellukset soveltuvatkin tehtävänsä, mutta eri tekniikoiden konkreettinen vertailu ja vahvuuksien sekä heikkouksien esille tuominen puuttuu. Vaikka yhtä oikeaa tapaa toteuttaa neuroverkkoja kaikissa tilanteissa tuskin löytyy, voitaisiin silti eri tekniikoita kootummin vertailla ja löytää yhteneväisyyksiä menestyvissä sovelluksissa. Lisäksi Big datan, Business Intelligence sovellusten ja tekoälyn välisiä suhteita tulisi tarkastella enemmän, erityisesti juuri potentiaalisen ennakoinnin kannalta. Tekoälyn vahvuudet nousevat esille erityisesti käsitellessä massiivisia määriä dataa, ja tätä kautta voitaisiin saavuttaa erityisesti liiketoiminnan kannalta arvokkaita tuloksia. Viimeisenä jatkotutkimusaiheena esitän näkökulman vaihtelua koko tekoälyn tutkimuksessa. Liian usein tutkimukset keskittyvät nimenomaan korvaamaan ihmisen suoritettavassa tehtävässä, ja liian harvoin otetaan huomioon mahdollisuus toimia tehostavana työkaluna näissä tilanteissa. Ihminen ja tekoäly vahvuuksineen täydentävät toisiaan, ja ainakin tämänhetkinen tekoäly suorituskyvyltään soveltuisi erityisen hyvin nimenomaan tukemaan ja tehostamaan aiempaa toimintaa monissa vaativissa tehtävissä, ennemmin kuin korvaamaan toimijan.

LÄHTEET

- Ahn, B. S., Cho, S. S., & Kim, C. Y. (2000). The integrated methodology of rough set theory and artificial neural network for business failure prediction. *Expert Systems with Applications*, 18 (2000), 65–74.
doi://doi.org/10.1016/S0957-4174(99)00053-6
- Arel, I., Rose, D. C., & Karnowski, T. P. (2010). *Deep machine learning-a new frontier in artificial intelligence research [research frontier]*. IEEE computational intelligence magazine, 5(4), 13-18.
- Catto, J. W., Linkens, D. A., Abbod, M. F., Chen, M., Burton, J. L., Feeley, K. M., & Hamdy, F. C. (2003). Artificial intelligence in predicting bladder cancer outcome: a comparison of neuro-fuzzy modeling and artificial neural networks. *Clinical Cancer Research*, 9(11), 4172-4177.
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165.
- Coates, A., Ng, A., & Lee, H. (2011). *An analysis of single-layer networks in unsupervised feature learning*. In Proceedings of the fourteenth international conference on artificial intelligence and statistics (pp. 215-223).
- Dellermann, D., Lipusch, N., Ebel, P. A., Popp, K. M., & Leimeister, J. M. (2017). Finding the Unicorn: Predicting Early Stage Startup Success through a Hybrid Intelligence Method. *ICIS 2017*.
- Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2), 137-144.
- Grove, W. M., Zald, D. H., Lebow, B. S., Snitz, B. E., & Nelson, C. (2000). Clinical versus mechanical prediction: a meta-analysis. *Psychological assessment*, 12(1), 19.
- Heaton, J. B., Polson, N. G., & Witte, J. H. (2016). Deep learning in finance. *arXiv preprint arXiv:1602.06561*.
- Ho, Y. C., & Tsai, C. T. (2011). Comparing ANFIS and SEM in linear and nonlinear forecasting of new product development performance. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 6498-6507.
- Jarrahi, M. H. (2018). *Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making*. Haettu osoitteesta: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681318300387>

- Kraus, M. & Feuerriegel, S. (2017). Decision support from financial disclosures with deep neural networks and transfer learning. *Decision Support Systems* 104 (2017), 38–48.
- LeCun, Y., Bengio, Y. & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. *nature*, 521(7553), 436.
- Li, S. (2000). The development of a hybrid intelligent system for developing marketing strategy. *Decision Support Systems* 27 2000 395–409
doi://doi.org/10.1016/S0167-9236(99)00061-5
- Li, X., Ang, C. L. & Gay, R. (1997). An intelligent scenario generator for strategic business planning. *Computers in Industry*, 34(3), 261-269.
- Li, Y., Jiang, W., Yang, L. & Wu, T. (2018). On neural networks and learning systems for business computing. *Neurocomputing* 275 (2018), 1150–1159.
doi://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.09.054
- Luger, G. F. (2005). *Artificial intelligence: structures and strategies for complex problem solving*. Pearson education.
- Michalski, R. S., Carbonell, J. G. & Mitchell, T. M. (Eds.). (2013). *Machine learning: An artificial intelligence approach*. Springer Science & Business Media.
- Murphree, J. (2016). *Machine learning anomaly detection in large systems*. Paper presented at the 2016 Ieee Autotestcon, 1-9.
- Nagar Y & Malone, T. (2011). Making Business Predictions by Combining Human and Machine Intelligence in Prediction Markets. *ICIS 2011 Proceedings*. 20.
- Odom, M. D. & Sharda, R. (1990). A neural network model for bankruptcy prediction. 1990 *IJCNN International Joint Conference on Neural Networks*, 168 vol.2.
- Okoli, C. & Schabram, K. (2010). *A guide to conducting a systematic literature review of information systems research*.
- O'Leary, D. E. (2013). *Artificial intelligence and big data*. *IEEE Intelligent Systems*, 28(2), 96-99.
- Papatla, P., Zahedi, M. F. & Zekic-Susac, M. (2002). *Leveraging the strengths of choice models and neural networks: A multiproduct comparative analysis*. *Decision Sciences*, 33(3), 433-461.
- Relich, M. (2010). A decision support system for alternative project choice based on fuzzy neural networks. *Management and Production Engineering Review*, 1(4), 46-54.

- Schmidhuber, J. (2015). *Deep learning in neural networks: An overview*. *Neural networks*, 61, 85-117.
- Seera, M. & Lim, C. P. (2014). A hybrid intelligent system for medical data classification. *Expert Systems with Applications*, 41(5), 2239-2249.
- Siau, Keng L. & Yang, Yin, *Impact of Artificial Intelligence, Robotics, and Machine Learning on Sales and Marketing* (2017). MWAIS 2017 Proceedings. 48.
- Stateczny, A. & Wlodarczyk-Sielicka, M. (2014). Self-organizing artificial neural networks into hydrographic big data reduction process. *In International Conference on Rough Sets and Intelligent Systems Paradigms* (pp. 335-342). Springer, Cham.
- Tkáč, M. & Verner, R. (2016). Artificial neural networks in business: Two decades of research. *Applied Soft Computing* 38 (2016), 788-804.
doi://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.09.040
- Zhang, G. P. (Ed.). (2004). *Neural networks in business forecasting*. IGI Global.
- Zhang, G., Patuwo, B. E. & Hu, M. Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks:: The state of the art. *International journal of forecasting*, 14(1), 35-62.)