Tampereen yliopisto

Lauri Koivuniemi

TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN JALKAPALLOSEUROJEN PELILLISESSÄ PÄÄTÖKSENTEOSSA

Kandidaatintyö
Johtamisen ja talouden tiedekunta
Tarkastaja: Maija Lampu
Huhtikuu 2024

TIIVISTELMÄ

Lauri Koivuniemi:
Tekoälyn hyödyntäminen jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa
Utilizing artificial intelligence in the game decision making of football clubs
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Tietojohtaminen
Huhtikuu 2024

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten tekoälyä voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa. Jalkapalloseurojen pelillinen päätöksenteko vaihtelee sidosryhmittäin. Tutkimuksessa tehtiin rajaus kolmeen jalkapalloseuran sidosryhmään, joiden rooleja ja pelillisen päätöksenteon vastuualueita tarkasteltiin: seuran toimitusjohtajaan, päävalmentajaan ja pelaajiin. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää millaisia jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa hyödynnettäviä tekoälysovelluksia on olemassa ja miten jalkapalloseurojen rajatut sidosryhmät voivat hyödyntää niitä pelillisessä päätöksenteossaan. Kandidaatintyö toteutettiin tekniikan alojen kandidaatintyön mukaisena kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksessa hyödynnettyjä vertaisarvioituja artikkeleita haettiin Andor- ja Scopus-tietokannoista. Kirjallisuuskatsauksessa käytetyt muut lähteet löydettiin Andor- ja Scopus-tietokannoista löytyneiden vertaisarvioitujen artikkeleiden sisältä.

Tutkimuksen tutkimusongelmana oli selvittää, miten jalkapalloseurat hyödyntävät tekoälyä pelillisessä päätöksenteossaan, sekä millaista on jalkapalloseurojen pelillinen päätöksenteko tietyissä sidosryhmissä. Tutkimusongelmaa pyrittiin ratkaista päätutkimuskysymyksen avulla ja sitä tuettiin apututkimuskysymyksien avulla. Tutkimuksen päätutkimuskysymys oli: Miten tekoälyä voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa? ja apututkimuskysymykset olivat: *Mitkä ovat jalkapalloseurojen pelillisen päätöksenteon vastuualueet toimitusjohtajalla, päävalmentajalla ja pelaajilla?*, *Mitä jalkapallossa hyödynnettäviä tekoälysovelluksia on olemassa ja miten niitä voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa tutkimuksessa rajatuissa sidosryhmissä?* sekä *Miten tekoälysovelluksia voidaan hyödyntää datan prosessoimisessa ja ennustusten luomisessa jalkapalloseurojen päätöksenteon yhteydessä?*

Tutkimuksessa löydettiin, että tekoälyn hyödyntäminen jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa painottuu vahvasti datan käsittelyyn, analysointiin ja ennustusten luomiseen. Konkreettisia tekoälysovelluksia, joita tutkimuksessa löydettiin, olivat erilaiset koneoppimismallit, kuten erilaiset regressiomallit tai tukivektorikoneet, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi erilaisten ennustusten luomisessa sekä tietokonenäkö ja neuroverkot. Esimerkiksi tietokonenäkö mahdollistaa tarkan pelianalysoinnin muun muassa videomateriaalista keräten dataa esimerkiksi ottelutapahtumista ja pelaajista. Tätä dataa voidaan taas hyödyntää sidosryhmien päätöksenteon yhteydessä.

Avainsanat: Tekoäly, jalkapallo, päätöksenteko, koneoppiminen, tietokonenäkö, neuroverkot, syväoppiminen

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

ALKUSANAT

Haluan kiittää Maija Lampua kandidaatintyöni ohjaamisesta sekä useista avuliaista kommenteista. Haluan kiittää myös perhettäni ja ystäviäni kandidaatintyön kirjoittamisen aikana saamastani tuesta.

Tampereella, 20.4.2024

Lauri Koivuniemi

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto ... 1
1.1. Tutkimuksen tausta ... 1
1.2. Tutkimusongelma ja rajaus ... 2
1.3. Tutkimusmenetelmä ... 3
1.4. Tutkimuksen rakenne ... 6
2. Tekoäly päätöksenteossa ... 8
2.1. Tekoäly ... 8
2.2. Koneoppiminen ja syväoppiminen ... 8
2.3. Algoritmit ... 9
2.4. Tekoälyn merkitys päätöksenteossa ... 9
3. Jalkapalloseurojen rakenne sekä sidosryhmien päätöksenteon vastuualueet 11
3.1. Jalkapalloseurojen rakenne ... 11
3.1.1. Toimitusjohtaja ... 12
3.1.2. Päävalmentaja ... 13
3.1.3. Pelaaja ... 13
3.2. Jalkapalloseurojen pelilliset päätöksenteon vastuualueet sidosryhmittäin ... 14
4. Tekoäly jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa ... 16
4.1. Jalkapallossa hyödynnettäviä tekoälysovelluksia ... 16
4.2. Tekoälysovellusten hyödyntäminen jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa rajatuissa sidosryhmissä ... 17
5. Yhteenveto ja tulokset ... 19
5.1. Löydökset ... 19
5.2. Tutkimuksen arviointi ja jatkotutkimusmahdollisuudet ... 21
Lähteet ... 22

1. JOHDANTO

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää millaisia tekoälysovelluksia voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen pelillisen päätöksenteon yhteydessä nyt ja tulevaisuudessa. Tutkimuksen tarkoituksena on käsitellä etenkin tekoälysovelluksien hyötyjä jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa toimitusjohtajan, päävalmentajan ja pelaajan näkökulmasta.

Tässä luvussa käsitellään tutkimuksen tausta, tutkimusongelma ja rajaus sekä tutkimusmenetelmä. Tarkoituksena on luoda perusteltu ja kattava pohja tutkimukselle sekä tutustuttaa lukija aiheeseen ja sen merkityksellisyyteen.

1.1. Tutkimuksen tausta

Tutkimuksen tarkoituksena on myös tunnistaa tekoälysovelluksien käyttökohteita jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa rajattujen sidosryhmien näkökulmasta, selvittää tekoälyn merkitys ja vaikutus päätöksenteossa sekä tutkia tekoälyn kehityksen tuomia mahdollisuuksia jalkapalloseurojen tulevaisuuden pelillisessä päätöksenteossa. Tutkimuksessa tullaan selvittämään jalkapalloseurojen toimitusjohtajan, päävalmentajan ja pelaajien rooli sekä pelillisen päätöksenteon vastuualueet. Tutkimuksen tavoitteena luoda selkeä ja looginen käsitys jalkapalloseurojen pelillisestä päätöksenteosta näissä sidosryhmissä ja tekoälyn vaikutuksesta niihin. Lähtökohta tutkimukselle on tekoälyn ajankohtaisuus sekä mielenkiinto tutkia sen merkittävyyttä jalkapalloseurojen kontekstissa.

Lichtenthaler (2022) toteaa artikkelissaan englantilaisen Liverpool FC -jalkapalloseuran hyödyntäneen data-analytiikkaa ja tekoälyä nostaessaan jalkapalloseuran takaisin menestyksekkääksi organisaatioksi 2010-luvulla. Jalkapalloseuran palauttamiseksi menestyksekkääksi seuraksi Liverpool FC hyödynsi omia matemaattisia tilastollisia malleja ja tekoälyä muun muassa päävalmentajan valinnassa, sekä hänen kanssaan myöhemmin seuran johtamisessa. Yksi Liverpool FC:n strategioista olikin vahvan, tunteellisen ja ihmisläheisen päävalmentajan johtamistyylin yhdistäminen tekoälyn ja data-analytiikan avulla luotuihin tilastoihin ja malleihin, joka johti seuran menestykseen muun muassa Englannin pääsarjassa Valioliigassa ja Euroopan parhaiden seurojen välisessä Mestareiden Liigassa. Tämä johti myös seuran taloudellisen menestyksen

merkittävään kasvuun. (Lichtenthaler 2022) Tapaus perustelee hyvin tutkimuksen merkittävyyttä konkreettisella esimerkillä tekoälyn hyödyntämisestä jalkapalloseuran päätöksenteossa.

Tämän tutkimuksen pääaiheina ovat jalkapallo, tekoäly ja päätöksenteko. Aiheissa yhdistyy kirjoittajan intohimo jalkapalloon, modernit teknologiat ja tietojohtamisen opinnot. Tutkimuksen lopullisena tavoitteena on tuottaa laadukas, informatiivinen ja hyödyllinen tutkimus aiheesta sekä oppia uutta kirjoitusprosessin aikana.

1.2. Tutkimusongelma ja rajaus

Kandidaatintyön tutkimusongelma pyrkii selvittämään miten jalkapalloseurat voivat hyödyntävät tekoälyä pelillisessä päätöksenteossaan, sekä millaista on jalkapalloseurojen pelillinen päätöksenteko tietyissä sidosryhmissä. Tutkimusongelma on aiherajaukseen soveltuva kysymys, joka yhdistää tekoälyn, jalkapallon sekä tietojohtamisen. Tutkimuksen tavoitteena on löytää kattavat vastaukset tutkimusongelmaan ja luoda näin laadukasta ja informatiivista tekstiä. Tutkimuksessa selvitetään millaisia tekoälysovelluksia jalkapalloseurojen pelillisen päätöksenteon yhteydessä voidaan hyödyntää nyt ja tulevaisuudessa. Tekoälyn ajankohtaisuus ja yhteiskunnallinen vaikutus tekee tutkimuksesta merkitsevän tuoden yhteen tietoa tekoälyn käytöstä jalkapallon kontekstissa. Tekoälyn avulla jalkapalloseurat voivat löytää uutta potentiaalia seuransa toiminnastaan sekä saavuttaa haastavia tavoitteitansa (Manu et al. 2020). Tekoälyn hyödyntämistä jalkapalloseurojen toiminnassa lähestytään tietojohtamisen näkökulmasta selvittämällä tekoälyn vaikutusta jalkapalloseurojen pelilliseen päätöksentekoon. Näin tutkimus saadaan myös rajattua tietojohtamisen viitekehykseen. Tutkimus rajataan käsittelemään jalkapalloseuroja, sillä jalkapallo-organisaatioita on monia erilaisia ja niiden tarkoitukset poikkeavat toisistaan hyvin paljon. Tekoäly puolestaan rajaa jalkapalloseurojen pelillisen päätöksenteon prosessit tiettyyn teknologiseen kehykseen, mitä tutkimuksessa halutaan tutkia ja näin ollen rajaa tutkimusongelmaa kapeammaksi.

Tutkimusongelmaa ratkaistaan päätutkimuskysymyksen ja alatutkimuskysymyksien avulla. Päätutkimuskysymyksen vastauksen tavoitteena on ratkaista tutkimusongelma ja alatutkimuskysymyksien tavoite on löytää hieman tarkentavien ja laajentavien kysymysten avulla vastaukset päätutkimuskysymykseen. Tutkimuksen päätutkimuskysymyksenä on “Miten tekoälyä voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa?”. Päätutkimuskysymys itsessään on kohtuullisen laaja, mutta kuitenkin selkeästi rajattu. Päätutkimuskysymystä tuetaan aututkimuskysymyksillä. Tutkimuksessa tarkasteltavat jalkapalloseurojen sidosryhmät

on rajattu toimitusjohtajaan, päävalmentajaan ja pelaajiin, jotta tutkimus ei kasva liian suureksi. Sidosryhmillä on myös merkittävä vaikutus jalkapalloseuran pelilliseen suoriutumiseen omilla päätöksillään (Ade et al. 2016; Ashford et al. 2021; Ballet et al. 2023; Bryson et al. 2021; Ginesta & Faedo 2023; Ribeiro et al. 2021; Stolen et al. 2005; Vidigal et al. 2022; Williams & Jackson 2019). Siis selvittäessä, miten tekoälyä voidaan hyödyntää jalkapalloseuran pelillisessä päätöksenteossa ovat nämä sidosryhmät avainasemassa.

Päätutkimuskysymystä tukevat aututkimuskysymykset ovat:

1) Mitkä ovat jalkapalloseurojen pelillisen päätöksenteon vastuualueet toimitusjohtajalla, päävalmentajalla ja pelaajilla?
2) Mitä jalkapallossa hyödynnettäviä tekoälysovelluksia on olemassa ja miten niitä voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa tutkimuksessa rajatuissa sidosryhmissä?
3) Miten tekoälysovelluksia voidaan hyödyntää datan prosessoimisessa ja ennustusten luomisessa jalkapalloseurojen päätöksenteon yhteydessä?

Aututkimuskysymyksistä välittyy samat aiheet kuin päätutkimuskysymyksestä ja tutkimusongelmasta, mutta ne pyrkivät pureutumaan tutkimusongelman eri osa-alueisiin luoden kattavat vastaukset päätutkimuskysymykseen.

1.3. Tutkimusmenetelmä

Tutkimus toteutetaan Finkin (2019, s. 6) esittämän seitsemänvaiheisen systemaattisen prosessimallin mukaisena kirjallisuuskatsauksena. Ensimmäinen vaihe on tutkimuskysymysten valinta, jotka on esitetty luvussa 1.2. Toinen vaihe on tietokantojen, hakukoneiden ja hakuun käytettävien internetsivujen valinta. (Fink 2019, s. 6) Kolmantena vaiheena prosessissa on hakutermien valinta. Kirjallisuuskatsauksen neljännessä ja viidennessä vaiheessa määritellään kriteerit hauille. (Fink 2019, s. 7) Tutkimuksessa käytetään kriteereinä tieteellisiä vertaisarvioituja artikkeleita. Koska tutkimuksen aiheen keskiössä on tekoäly, ei esimerkiksi vuosirajausta pidetä tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaisena, sillä lähteet ovat lähes poikkeuksetta melko tuoreita. Prosessin kuudennessa vaiheessa suoritetaan katsaus ja seitsemännessä vaiheessa syntesioidaan tulokset (Fink 2019, s. 7).

Seitsemänvaiheisen systemaattisen prosessimallin tarkoituksena on tehdä tutkimuksesta looginen ja selkeä. Jakamalla tutkimus eri vaiheisiin voidaan tutkimusta edistää osissa ja luoda yksitellen prosessimallia noudattaen kattava tutkimus.

Prosessimallista tulee esille, että merkittävä osa tutkimusta on taustatyö, mikä ei itsessään ole vielä kirjoittamista. Esimerkiksi hakutermien valinta on selkeää tutkimustyötä, jossa suoritetaan erilaisia hakuja valituissa hakukoneissa ja otetaan ylös muistiinpanoja muun muassa hakutuloksista, aineistotyypeistä ja löydettyjen tuloksien määrästä. Luomalla kattavan taustatyön tutkimukselle varmistutaan siitä, että tutkimus etenee suunnitelmallisesti ja loogisesti.

Artikkeleita haetaan Andorista ja Scopuksesta. Haut suoritetaan vain englanniksi. Tutkimuksessa tullaan myös huomioimaan maantieteellinen merkitys sanan ”football” käytölle, sillä Yhdysvalloissa käsite viittaa usein amerikkalaiseen jalkapalloon ja muualla maailmassa jalkapalloon. Tästä syystä hauissa on käytetty myös sanaa ”soccer”, mikä on yhdysvaltalainen nimitys jalkapallolle. Haut on koottu yhteen taulukossa 1.

Taulukko 1. Hakulausekkeet ja -tulokset Andor- ja Scopus-hakukoneissa.

Hakulauseke	Hakukone	Rajaus	Löydetyt tulokset
("AI" OR "artificial intelligence") AND ("football" OR "soccer") AND "decision making"	Andor	Vertaisarvioidut lehdet ja relevanssi	354
("artificial intelligence tech*" OR "AI tech*") AND ("football" OR "soccer") AND "player"	Scopus	Otsikko, abstrakti, avainsanat, uusimmat ensin	15
artificial intelligence AND ("football" OR "soccer") AND "decision making"	Scopus	Otsikko, abstrakti, avainsanat, uusimmat ensin	104
data mining AND ("football" OR "soccer") AND	Scopus	Otsikko, abstrakti, avainsanat, uusimmat ensin	73

"artificial intelligence"			

Taulukosta 1 voi huomata, että tekoälystä ja päätöksenteosta jalkapallossa löytyy tuloksia Andor-hakukoneesta, kun rajauksena on vertaisarvioidut lehdet. Se kertoo, että aiheesta on siis olemassa valmista tutkimusta. Taulukosta 1 voi myös huomata, että tekoälystä, jalkapallosta, datan louhinnasta ja päätöksenteosta suoritettavista hauista Scopus-hakukoneessa löytyy myös tuloksia, kun haut suoritetaan otsikkoon, abstraktiin ja avainsanoihin. Tuloksien määrä on kokonaisuudessaan kuitenkin melko vähäinen. Hakutuloksien karsiminen toteutettiin siten, että käytettävä aineisto valittiin vain 50 ensimmäisestä hakutuloksesta silmäillen otsikkoa, avainsanoja ja abstraktia, jotka tukevat tutkimuksen aihetta. Käytetyt aineistot valikoituivat hakutuloksista sen pohjalta, että työssä oli tarkoitus esitellä muutama konkreettinen tekoälysovellus, jota voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen päätöksenteossa. Andor-tietokannassa tulokset on järjestetty relevanttiuden mukaan ja Scopus-tietokannassa aineiston uutuuden mukaan. Aluksi valikoituneet aineistot olivat vertaisarvioituja artikkeleita. Osa aineistosta löytyi valikoidun aineiston sisältä, joten osa lähdeviittauksista on tämän takia viittauksia toissijaiseen lähteeseen. Osa aineistosta on löydetty niin sanotulla helmenkalastelumenetelmällä, jossa aineisto on löydetty jonkin toisen aineiston lähdeluettelosta.

Kirjallisuuskatsauksessa päädyttiin lopulta hyödyntämään 13:a eri lähdettä. Tutkimuksessa esiteltiin vain muutama tekoälysovellus, sillä rajallisesta aineistosta löytyi vain muutamia jalkapallossa hyödynnettäviä tekoälysovelluksia. Tämä kuitenkin esti lähdeaineiston synteesin kasvamisen liian suureksi ja mahdollisti tekoälysovelluksien hyödyntämisen tarkastelun jokaisen rajatun sidosryhmän päätöksenteon osalta. Kirjallisuuskatsauksessa käytetyt aineistot on koottu yhteen taulukossa 2.

Taulukko 2. Kirjallisuuskatsauksen lähteet.

Aineistotyyppi	Lähde
Konferenssijulkaisu	Alp Güler et al. (2018)
Vertaisarvioitu artikkeli	Bai et al. (2023)
Vertaisarvioitu artikkeli	Barron et al. (2018)
Vertaisarvioitu artikkeli	Basheer ja Hajmeer (2000)
Vertaisarvioitu artikkeli	Bilek & Ulas (2019)

Konferenssijulkaisu	Carreira & Zisserman (2017)
Konferenssijulkaisu	Deng et al. (2009)
Konferenssijulkaisu	Dong & Shen (2018)
Vertaisarvioitu artikkeli	Lancashire et al. (2008)
Vertaisarvioitu artikkeli	Moustakidis et al. (2023)
Yrityksen verkkosivu	StriVR (2020)
Vertaisarvioitu artikkeli	Tu (1996)
Vertaisarvioitu artikkeli	Tuyls et al. (2021)

1.4. Tutkimuksen rakenne

Tässä tutkimuksessa on viisi lukua; Johdanto, Tekoäly päätöksenteossa, Jalkapalloseurojen rakenne sekä sidosryhmien päätöksenteon vastuualueet, Tekoäly jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa ja Yhteenveto ja tulokset. Näiden lisäksi tutkimuksessa on myös kansilehti, tiivistelmä, alkusanat, sisällysluettelo sekä lähdeluettelo. Tutkimuksen rakenne on muodostettu niin, että se etenee mahdollisimman loogisesti pala kerrallaan alkaen aiheen esittelystä ja tutkimuksen merkittävyyden perusteluista, josta se etenee aihe kerrallaan kohti yhteenvetoa ja tuloksia.

Tutkimuksen ensimmäisessä luvussa, eli johdannossa, avataan tutkimuksen tausta, tutkimusongelma ja rajaus, tutkimusmenetelmä sekä tutkimuksen rakenne. Luvussa pohjustetaan myös tutkimuksen merkityksellisyyttä. Toisessa luvussa käsitellään tekoälyä päätöksenteossa. Luvussa määritellään tekoäly, koneoppiminen, syväoppiminen, neuroverkot ja algoritmit sekä käsitellään, miten tekoälyä hyödynnetään päätöksenteossa. Toisen luvun tarkoitus on tutustuttaa lukija tekoälyyn ja sen hyödyntämiseen päätöksenteossa, joka on yksi tutkimuksen keskeisistä aiheista. Kolmannessa luvussa syvennytään jalkapalloseurojen rakenteeseen sekä rajattujen sidosryhmien päätöksenteon vastuualueisiin selvittämällä muun muassa jalkapalloseurojen organisaatiorakenne ja päätöksentekijöiden roolit ja vastuualueet. Luvun tarkoituksena on selvittää, millaisia päätöksiä rajatut sidosryhmät tekevät. Tutkimuksen neljännessä luvussa on tarkoitus tuoda tekoälyn ja jalkapalloseurojen rakenteen ja pelillisen päätöksenteon vastuualueiden teoriat yhteen ja tutkia, millaisia tekoälysovelluksia voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa. Luvussa esitellään muutama tekoälysovellus, joita jalkapalloseurojen eri sidosryhmät

voivat hyödyntää omassa pelillisessä päätöksenteossaan. Viimeisessä luvussa tuodaan koko tutkimus yhteen luomalla yhteenveto ja syntetisoimalla löydetyt tulokset. Luvun tarkoitus on luoda kattava kokonaisuus tutkimuksesta ja tuoda esiin merkittävimmät löydökset.

2. TEKOÄLY PÄÄTÖKSENTEOSSA

Tässä luvussa määritellään tekoäly käsitteenä, sekä siihen vahvasti liittyvät alakäsitteet koneoppiminen, syväoppiminen, neuroverkot ja algoritmit. Luvun lopussa käsitellään tekoälyn merkitystä ja vaikutusta päätöksentekoon.

2.1. Tekoäly

Tutkimuksen keskiössä on tekoäly ja sitä hyödyntävät erilaiset sovellukset. Tekoäly on erilaisten koneiden, kuten esimerkiksi tietokoneiden, kyky simuloida ihmisen älykkyyttä (Du-Harpur et al. 2020). Ryan (2020) toteaa tekoälyn olevan älykkyyttä, joka on rakennettua, keinotekoista tai koneälyä, joka eroaa luonnollisesta älykkyydestä. Tekoäly voidaan määritellä myös erilaisten koneiden kyvyksi suorittaa ja ratkaista tehtäviä, kommunikoida, vuorovaikuttaa ja käyttäytyä loogisesti ihmisten mielestä (Gil de Zúñiga et al. 2023).

Tekoälyn tarkka määritelmä vaikuttaa siis riippuvan aihetta käsittelevästä kontekstista ja määrittelijän omista tavoitteista. Tekoäly voidaan myös jakaa erilaisiin alakäsitteisiin. Esimerkiksi ihmisen älykkyyttä muistuttavaa tekoälyä voidaan myös kutsua yleiseksi tekoälyksi (AGI, Artificial General Intelligence) (Faraboschi et al. 2023).

2.2. Koneoppiminen ja syväoppiminen

Du-Harpur et al. (2020) toteavat koneoppimisella tarkoitettavan algoritmeja ja tilastollisia malleja, jotka ovat ohjelmoituja oppimaan datasta ja näin ollen tunnistamaan kaavoja ja tekemään niiden pohjalta johtopäätöksiä. Louridas ja Ebert (2016) kertovat koneoppimisen tarkoittavan yleensä sitä, että tietokone oppii suorittamaan tietyn tehtävän opiskelemalla otoksen erilaisia esimerkkejä, jonka jälkeen tietokone suorittaa saman tehtävän käyttäen dataa, jota se ei ole aiemmin kohdannut. Koneoppiminen voidaan myös jakaa kahteen oppimisstrategiaan: ohjattuun oppimiseen ja ohjaamattomaan oppimiseen. Ohjatussa oppimisessa harjoitteluotos sisältää sekä tehtävän datan että ratkaisun, ja ohjaamattomassa oppimisessa harjoitteluotos sisältää vain tehtävän datan, jonka pohjalta tietokoneen on löydettävä oikea ratkaisu itse. (Louridas & Ebert 2020)

Syväoppiminen tarkoittaa tietynlaista valvottua koneoppimista, jossa on rakennettu monikerroksisia neuroverkkoja ja niitä koulutetaan tunnistamaan ja päättelemään kaavoja datasta, mikä mahdollistaa erilaisten koneiden suorittaa tehtäviä ilman erillistä

ihmisen ohjeistusta (Du-Harpur et al. 2020). Neuroverkot ovat biologiasta inspiroitunutta teoriaa, mikä tarkoittaa syväoppimisen yhteydessä sitä, että kone käyttäytyy ihmisten aivojen kaltaisesti, jolloin data kulkee iteratiivisesti neuroverkon läpi neuroverkon tunnistaessa kaavoja, laskien vaihtoehtoja ja lopulta päätyen tulokseen (Du-Harpur et al. 2020; IBM 2024). Neuroverkot koostuvat yksittäisistä toisiinsa liitoksissa olevista solmuista, joiden välillä data liikkuu (Du-Harpur et al. 2020).

2.3. Algoritmit

Algoritmin todetaan olevan jonkin tehtävän suorittamiseksi tarvittavien toimenpiteiden kuvaus, jonka voi suorittaa esimerkiksi ihminen tai robotti (Boberg 2021). Algoritmi voidaan myös määritellä äärelliseksi, abstraktiksi ja tehokkaaksi käskynä annetuksi ohjausrakenteeksi, joka saavuttaa annetun tavoitteen annettujen ehtojen mukaisesti (Hill 2016).

Algoritmin määrittely yleisellä tasolla vaikuttaa olevan lähteiden perusteella hyvin hankalaa ja ristiriitaista. Hyvin yleisellä tasolla algoritmi vaikuttaa olevan toimenpide, jossa tietty tehtävä suoritetaan tiettyjen ehtojen mukaisesti, josta saadaan tietty lopputulos.

2.4. Tekoälyn merkitys päätöksenteossa

Valtavan hajanaisen ja järjestämättömän datan määrän jatkuva kasvu luo mahdollisuuksia erilaisille organisaatioille ja yrityksille saavuttaa kilpailuetua hyödyntämällä dataa tehokkaasti (Salminen et al. 2017, s. 1062). Salminen et al. (2017) mukaillen tekoäly pystyy prosessoimaan merkittävän paljon enemmän dataa kuin ihmiset huomattavan luotettavasti ja kustannustehokkaasti (Allal-Chérif et al. 2021, s. 2). Tekoälyn yksi merkittävimmistä eduista päätöksenteon prosesseissa lieneekin siis datan käsittelyn tehokkuus verrattuna ihmisiin. Davenport ja Ronanki (2018) sekä Kaplan ja Haenlein (2019) mukaillen tekoälyintegroitu liiketoiminta-analytiikka analytiikan jatkeena yhdistää dataa ja muun muassa koneoppimista, neuroverkkoja ja syväoppimista prosessoidessa, oppiessa ja tulkitessa dataa ja näin ollen saavuttaa tulkittavia ja ennustettavia tuloksia datasta (Rana et al. 2022, s. 3).

Zhang et al. (2021) toteavat tekoälyn luomien avainetujen olevan ennustaminen, suunnitteleminen ja oppiminen. SAS (2021) mukaillen tekoälyn luotettava suorituskyky ja automatisoitu oppiminen mahdollistavat tarkat syväanalyysit suurista datamääristä saaden mahdollisimman paljon hyötyä datasta (Fedorko et al. 2022, s. 681). Tekoäly voidaan siis nähdä merkittävänä päätöksenteon aputyökaluna. Laadukkaampien,

tehokkaampien ja nopeampien päätöksenteon prosessien mahdollistamisen avulla saavutettava hyöty houkuttaa organisaatioita varmasti ottamaan käyttöön tekoälyä päätöksenteon prosesseissa. Davenport ja Ronanki (2018) sekä Dwivedi et al. (2021) mukaillen tekoälyllä on potentiaali ylittää ihmisälykkyys ja fyysiset kyvyt nostaen tuottavuutta ja suorituskykyä, mutta jotta tekoälystä saadaan organisaatioissa suurin hyöty irti, tulee se tehokkaasti integroida organisaation jo olemassa oleviin prosesseihin. (Fedorko et al., 2022, s. 681)

Puhuttaessa tekoälyn hyödyntämisestä päätöksenteossa puhutaan myös paljon ihmisen ja tekoälyn välisestä yhteistyöstä. Tekoälyn tulisi ottaa vastuulleen ihmisten tavanomaisia ja yksinkertaisia tehtäviä ja jättää ihmisille aikaa ja vastuuta tehdä enemmän luovaa työtä. Ihmisten etu päätöksenteossa verrattuna tekoälyyn on intuitio ja intuitiivinen päätöksenteko. Tekoälyn ollessa tehokas laskennallisissa tehtävissä ja näin ollen tehostaessa päätöksenteon prosesseja sen osalta on ihmisten vahvuudet alitajuntaisessa, aineettomassa ja intuitiivisessa päätöksenteossa. Esimerkiksi erilaisten poliittisten intressien ja normien käsittäminen sujuu ihmisiltä todennäköisemmin paremmin kuin tekoälyltä. Siis tekoäly voidaan nähdä päätöksenteossa ennemmin ihmisen työkaverina kuin vastustajana. Tällöin tekoälyn potentiaali saadaan maksimoitua päätöksenteon prosesseissa. (Jarrahi 2018)

Tekoälyn hyödyntämisessä päätöksenteossa tulee myös huomioida tekoälyn käytön eettisyys. Tekoälyn eettiset ongelmat liittyvät yleisimmin yhteiskuntaan, ihmispsykologiaan, talouteen, lakiin, ympäristöön ja luottamukseen. Tekoälyn luomia eettisiä ongelmia ovat muun muassa mahdollinen tekoälyn aiheuttama massatyöttömyys tai esimerkiksi metallien louhinnan määrän kasvu ja sen negatiivinen vaikutus ympäristöön johtuen tekoälyn vaatimasta teknologiasta. (Bird et al. 2020) Ihmiskeskeisen tekoälyn hyödyntämisessä ja kehittämisessä tulee myös huomioida yleiset ihmisarvot ja niiden kunnioittaminen. (Lera-Leri et al. 2024)

3. JALKAPALLOSEUROJEN RAKENNE SEKÄ SIDOSRYHMIEN PÄÄTÖKSENTEON VASTUUALUEET

Tässä luvussa käsitellään jalkapalloseurojen teoriaa. Luvussa avataan jalkapalloseuran rakennetta ja hierarkiatasoja sekä jalkapalloseuran toimitusjohtajan, päävalmentajan ja pelaajien rooleja sekä päätöksenteon vastuualueita. Jalkapalloseuran sidosryhmät on rajattu tässä tutkimuksessa toimitusjohtajaan, päävalmentajaan ja pelaajiin, jotta tutkimus pysyisi merkittävänä ja tarkoitetussa laajuudessaan.

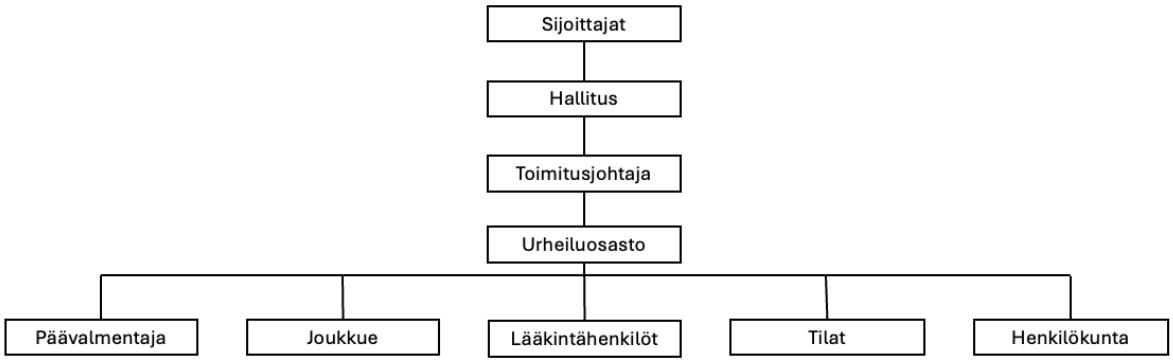
3.1. Jalkapalloseurojen rakenne

Jalkapalloseuroja voidaan verrata suuriin, menestyviin yrityksiin, kun otetaan huomioon seurojen aineettomat, aineelliset ja taloudelliset varat. Näitä varoja ovat muun muassa pelaajat, valmentajat, markkinahoukuttavuus ja rakenteelliset ominaisuudet kuten johtamistavat ja organisaatiokulttuuri (Yang & Sonmez 2005). Tutkimuksen kannalta on siis tärkeää ymmärtää, millainen seurarakenne parhaimmalla tasolla toimivilla jalkapalloseuroilla on.

Eurooppalaiset jalkapalloseurat ovat voittoa tavoittelevia organisaatioita, joilla on omat hallinnolliset elimensä organisaation sisällä, mutta eurooppalaiset jalkapalloseurat kuuluvat myös Euroopan jalkapalloliiton (UEFA, Union of European Football Associations), sekä joukkueen pelaaman liigan hallinnolliseen alaisuuteen (Dai 2023). Tutkimuksessa esiintyvät jalkapalloseurat on rajattu kuulumaan niin sanottuihin Euroopan top5-jalkapalloliigoihin, jotka ovat Englannin Valioliiga, Saksan Bundesliga, Espanjan LaLiga, Italian Serie A ja Ranskan Ligue 1. Kaudesta 2018/19 alkaen Euroopan top5-jalkapalloliigat ovat vastanneet 75 prosentista eurooppalaisten jalkapalloliigojen liikevaihdosta. (Dai 2023) Näihin liigoihin kuuluu myös maailman suurimmat jalkapalloseurat. Top5-liigoista tulevat joukkueet edustavat myös enemmistöä Euroopan suurimmassa seurojen välisessä jalkapalloliigassa, Mestareiden Liigassa (UEFA 2024).

Eurooppalaisten jalkapalloseurojen liiketoiminta on asteittain järjestelmällistä, hyvin strukturoitua ja kaupallistettua, missä suurin tulojen lähde on sponsorit. Esimerkiksi kaudella 2018 Manchester Unitedilla oli tuloja 68:lta eri sponsorilta yhteensä 279 miljoonaa euroa. (Dai 2023) Eurooppalaiset jalkapalloseurat koostuvat sijoittajista (investors), johtoryhmästä (The board of directors) ja toimitusjohtajasta (The general

manager), jonka alaisuuteen seuran muut sidosryhmät kuuluvat. Näitä sidosryhmiä ovat muun muassa urheiluosasto sekä valmentajat ja joukkue (Dai 2023).



Kuva 1: Eurooppalaisen jalkapalloseuran organisaatiorakenne rajatuissa sidosryhmissä. (Dai 2023, s. 5) (muokattu)

3.1.1. Toimitusjohtaja

Koska jalkapalloseurat ovat voittoa tavoittelevia organisaatioita tulee niiden liiketoiminnan olla kannattavaa. Esimerkiksi jalkapalloseura RCD Mallorcan toimitusjohtajien tehtävä on huolehtia seuran menestyksestä niin jalkapallossa kuin kannattavassa liiketoiminnassa. (Ginesta & Faedo 2023)

Ginesta ja Faedo (2023) kertovat, kuinka Espanjan LaLigassa pelaava RCD Mallorca uusien omistajien myötä jakoi toimitusjohtajan roolin kahteen osaan: jalkapallotoiminnasta vastaavaan toimitusjohtajaan, joka vastaa seuran ammattilaisjalkapallosta, nuorisojalkapallosta ja lääketieteellisistä palveluista sekä liiketoiminnasta vastaavaan toimitusjohtajaan, joka vastaa seuran hallinnoinnista ja taloudesta. Näiden roolien alaisuuteen kuuluu useita eri sidosryhmiä, kuten esimerkiksi valmennus-, lääkäri-, markkinointi- ja lakiosastot. Tällaisessa hierarkiassa toimitusjohtajan alaisuudessa olevat sidosryhmät raportoivat oleelliset tiedot toimitusjohtajalle, jonka pohjalta hän tekee päätöksiä ja jakaa tietoa eteenpäin ylemmille tasoille. (Ginesta & Faedo 2023) Jalkapalloseuran toimitusjohtajalla tulee siis olla kaikki tarvittava tieto saatavilla liittyen seuran jalkapallotoimintaan ja liiketoimintaan, ja tämän tiedon pohjalta toimitusjohtaja tekee päätöksiä sekä jakaa tietoa eteenpäin.

3.1.2. Päävalmentaja

Jalkapalloseurojen valmentajat pystyvät tyypillisesti vaikuttamaan pelaajahankintoihin, tukitiimin valintaan, ottelukohtaisiin joukkuevalintoihin sekä ottelukohtaisiin joukkuetaktiikoihin, jonka pohjalta voi olla perusteltua olettaa, että jalkapalloseurojen päävalmentajilla on merkittävä vaikutus jalkapalloseuran pelilliseen menestykseen (Bryson et al. 2021).

Tämän pohjalta voisi siis todeta, että jalkapalloseuran päävalmentajat pelillisen päätöksenteon vastuualueet ja rooli rajautuvat tiettyihin osa-alueisiin. Päävalmentajan pelillisen päätöksenteon vastuualueiden ja roolin jakaminen tiettyihin osa-alueisiin varmasti myös selkeyttää päävalmentajan työnkuvaa ja vaikutusmahdollisuuksia.

3.1.3. Pelaaja

Jalkapallossa on neljä eri pelipaikkaa, joista yksittäinen pelaaja usein erikoistuu yhteen. Nämä pelipaikat ovat maalivahti, puolustaja, keskikenttäpelaaja ja hyökkääjä (Slimani & Nikolaidis 2017). Näistä pelipaikoista puolustaja, keskikenttäpelaaja ja hyökkääjä jakautuu vielä alakategorioihin pelipaikan sisällä, kuten esimerkiksi hyökkääväksi tai puolustavaksi keskikenttäpelaajaksi. Fifield (2018) mukaillen pelaajien harjoitukset, pelin sisäiset taktiikat ja ratkaisut vaihtelevat peliroolin mukaan. Pelaajien rooleihin perustuvat harjoituksia pidetään yhtenä parhaista keinoista kehittää pelaajan suorituskykyä. (AlTaweel et al. 2022, s. 1–2)

Pelaajien pelin- ja harjoituksenaikaiseen päätöksentekoon ja suoritukseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa pelaajan fyysiset, tekniset, taktiset ja kognitiiviset taidot (Stolen et al. 2005). Pelaajan teknisiä taitoja ovat muun muassa pallon hallinta, harhautukset, laukominen, puskeminen, syöttäminen ja keskittäminen (Ade et al. 2016). Ribeiro et al. (2021) mukaillen pelaajan taktisia taitoja ovat esimerkiksi sijoittuminen ja päätöksenteko, pallon toiminnan tuntemus, muiden pelaajien tuntemus ja käyttäytyminen muuttuvissa tilanteissa (Vidigal et al. 2022, s. 3). Ashford et al. (2021) sekä Williams ja Jackson (2019) mukaillen pelaajan kognitiivisten taitojen hyödyntäminen jalkapallossa tarkoittaa taitoa käyttää ihmisen havaintokykyä, kuten näköä ja kuuloa havainnoimaan pelitilanteissa tapahtuvia muutoksia ja tekemään ratkaisuja niiden perusteella. Pelaajan tulee yhdistää näitä taitoja peli- ja harjoitustilanteissa tehdäkseen oikeita pelillisiä päätöksiä. (Ballet et al. 2023, s. 3)

3.2. Jalkapalloseurojen pelilliset päätöksenteon vastuualueet sidosryhmittäin

Luvuissa 3.1.1., 3.1.2. ja 3.1.3. on käsitelty jalkapalloseuran rajattujen sidosryhmien rooleja ja päätöksenteon vastuualueita. Rajattujen sidosryhmien roolit ja päätöksenteon vastuualueet rajataan pelillisestä näkökulmasta, jotta sidosryhmät saadaan tuotua samaan kontekstiin. Jalkapalloseurojen rajattujen sidosryhmien pelilliset roolit ja päätöksenteon vastuualueet on koottu yhteen taulukossa 3.

Taulukko 3. Sidosryhmien pelilliset roolit ja päätöksenteon vastuualueet.

Ominaisuudet	Toimitusjohtaja	Päävalmentaja	Pelaaja
Rooli	Jalkapalloseuran jalkapallotoiminnan ja liiketoiminnan hallinnointi. (Ginesta & Faedo, 2023)	Jalkapalloseuran pelillisen strategisen suunnitelman luominen. (Bryson et al. 2021)	Pelipaikkakohtaisen roolin noudattaminen peli- ja harjoitustilanteissa. (AlTaweel et al. 2022; Fifield 2018; Slimani & Nikolaidis 2017).
Pelillisen päätöksenteon vastuualueet	Jalkapalloseuran päätökset liittyen jalkapallotoimintaan kuten esimerkiksi ammattilaisjalkapalloon ja nuorisojalkapalloon. (Ginesta & Faedo, 2023)	Jalkapalloseuran ottelukohtainen joukkuevalinta, pelaajahankinnat, kokoonpanovalinnat, valmennus ja tukihenkilöiden valinta. (Bryson et al. 2021)	Pelien- ja harjoitustenaikainen päätöksenteko fyysisten, teknisten, taktisten ja kognitiivisien taitojen perusteella. Pelaajan tulee yhdistää näitä taitoja peli- ja harjoitustilanteissa tehdäkseen oikeita pelillisiä päätöksiä. (Ade et al. 2016; Ashford et al. 2021; Ballet et al. 2023; Ribeiro et al. 2021;

			Stolen et al. 2005; Vidigal et al. 2022; Williams & Jackson 2019)

4. TEKOÄLY JALKAPALLOSEUROJEN PELILLISESSÄ PÄÄTÖKSENTEOSSA

Tässä luvussa suoritetaan tutkimuksen kirjallisuuskatsaus ja käsitellään tekoälyn vaikutusta jalkapalloseurojen päätöksentekoon. Luvussa käsitellään kolmea eri tekoälysovellusta, jota jalkapalloseurat voivat hyödyntää pelillisessä päätöksenteossaan. Näitä aiheita käsitellään rajattujen sidosryhmien kontekstissa. Luvun tavoitteena on käsitellä tutkimusmenetelmä luvussa esitettyjä lähteitä, jotka käsittelevät tekoälyä ja tekoälysovelluksia, joita voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen päätöksenteossa, ja selvittää kuinka rajatut sidosryhmät voivat hyödyntää näitä tekoälysovelluksia.

Tutkimuksessa löydetyt tekoälysovellukset käsittelevät koneoppimismalleja, tietokonenäköä sekä neuroverkkoja. Ennustuksiin hyödynnettävät koneoppimismallit valikoituivat tutkimukseen tutkittaessa datan louhintaa jalkapalloseurojen päätöksenteossa. Tietokonenäkö valikoitui tutkimuksen yhdeksi tekoälysovellukseksi, koska se tarjosi konkreettisen esimerkin tekoälysovelluksesta, jota voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen päätöksenteossa. Neuroverkkoteknologian valikoituminen tutkimuksen yhdeksi tekoälysovellukseksi perustui data-analytiikan ja ennustusten luonnin merkitykseen jalkapalloseurojen päätöksenteossa, sekä myös lähdeaineistosta löytyneisiin konkreettisiin esimerkkeihin neuroverkkojen käytöstä jalkapallon yhteydessä. Seuraavaksi esitellään aineistosta löytyneet tekoälysovellukset, jonka jälkeen käsitellään niiden hyödyntämistä jalkapalloseurojen päätöksenteossa rajattujen sidosryhmien näkökulmasta.

4.1. Jalkapallossa hyödynnettäviä tekoälysovelluksia

Bilek ja Ulas (2019) mukaillen tekoälysovelluksien, kuten koneoppimisalgoritmien käyttö näkyy jalkapallossa esimerkiksi suurien datamäärien, kuten pelaajien suorituksien, ottelutuloksien ja pelaajien ominaisuuksien, analysoinnissa, jonka pohjalta koneoppimisalgoritmit voidaan kouluttaa luomaan ennustuksia tulevista suorituksista (Moustakidis et al. 2023, s. 2). Koneoppimistekniikoiden avulla voidaan ennustaa muun muassa otteluaikaisten tekijöiden vaikutusta otteluiden lopputuloksiin (Moustakidis et al. 2023). Seuraavaksi esitellään lähteiden avulla kolme tekoälysovellusta, joita voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen päätöksenteon tukena. Löydetyt tekoälysovellukset valikoituivat vähäisestä aineistomäärästä tutkimuksen kannalta oleellisuuden mukaan.

Bai et al. (2023) tutkivat tutkimuksessaan jalkapallo-ottelun voittoon vaikuttavia tekijöitä viiden eri ohjattua oppimista hyödyntävän koneoppimismallin avulla. Koneoppimismalleja, joita voidaan hyödyntää erilaisten ennustusten luomisessa ovat esimerkiksi erilaiset regressiomallit tai tukivektorikoneet. Koneoppimismallien kouluttaminen erilaisilla otteluaikaisilla muuttujilla, kuten laukauksilla ja taklauksilla, mahdollistaa mallien pohjalta luodut ennustukset. (Bai et al. 2023)

Tietokonenäkö (Computer vision, CV) on syväoppimisen avulla merkittävästi kehittynyt tekoälysovellus, joka prosessoi ja analysoi videomateriaalia (Tuyls et al. 2021). Deng et al. (2009), Carreira ja Zisserman (2017) sekä Alp Güler et al. (2018) mukaillen tietokonenäön avulla voi muun muassa luokitella kuvia, tunnistaa tiettyjä toimintoja videolta sekä arvioida ihmisten asentoja (Tuyls et al. 2021, s. 8). Videomateriaali voi sisältää merkittävästi mielenkiintoista dataa päätöksenteon kannalta (Tuyls et al. 2021). Dong ja Shen (2018) sekä Carreira ja Zisserman (2017) mukaillen tietokonenäkömenetelmien, kuten seurannan tai erilaisten tapahtumien tunnistamisen avulla videomateriaalista voidaan kerätä dataa. (Tuyls et al. 2021, s. 8)

Basheer ja Hajmeer (2000), Tu (1996) sekä Lancashire et al. (2008) mukaillen neuroverkkoja käytetään erilaisten trendien tunnistamisessa monimutkaisissa ja epälineaarisissa tietoaineistoissa, mikä mahdollistaa tämän tehokkaan tekoälysovelluksen hyödyntämisen muun muassa erilaisissa luokitteluissa ja ennustuksissa (Barron et al. 2018, s. 2). Barron et al. (2018) hyödynsivät 966 jalkapallopelaajan pelitapahtumien aikana kertynyttä dataa tunnistaessaan keskisimpiä suorituskyvyn mittareita neuroverkkoteknologian avulla. Neuroverkkoteknologian hyödyntäminen tässä kontekstissa mahdollisti pelaajien keskeisimpien suorituskyvyn mittareiden tunnistamisen, minkä avulla voitiin tunnistaa ja ennustaa pelaajien taitoa ja tulevaa kehitystä, sekä luoda jatkotutkimus yksityiskohtaisemmalle, pelipaikkakohtaiselle, neuroverkkomallille. (Barron et al. 2018)

4.2. Tekoälysovellusten hyödyntäminen jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa rajatuissa sidosryhmissä

Koneoppimismetodien avulla voidaan luoda erilaisia ennustavia malleja, joista saatua tietoa voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen päätöksenteossa (Bai et al. 2023). Koneoppimismallien käyttö jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa vaikuttaa siis pohjautuvan pitkälti erilaisten ennustusten luontiin. Näiden mallien pohjalta jalkapalloseuran päävalmentaja ja pelaajat voivat saada tietoa tärkeimmistä ottelun tuloksiin vaikuttavista muuttujista sekä merkittävimmistä kehityskohdista (Bai et al. 2023). Tällöin siis päävalmentaja ja pelaajat voisivat hyödyntää koneoppimismallien

luomia ennusteita pelillisessä päätöksenteossaan esimerkiksi pelistrategian kehittämisessä ja omien taitojen harjoittelussa. Vaikuttaa siis siltä, että jalkapalloseurojen pelillisen päätöksenteon yhteydessä tehtävää data-analytiikkaa esimerkiksi otteluhistoria tietoaineistoista voisi siis tehostaa erilaisten koneoppimismetodien avulla luomalla muun muassa tiettyihin käyttötarkoituksiin koneoppimismalleja, jotka tuottaisivat tarkkoja ennusteita. Jalkapalloseurojen sidosryhmät voisivat tällöin hyödyntää koneoppimismalleja omilla, luvussa 3.2. tunnistetuilla, pelillisen päätöksenteon vastuualueillaan. Esimerkiksi pelaajamarkkinoiden datasta voitaisiin luoda koneoppimismalleja, jotka ennustaisivat esimerkiksi pelaajien todellista markkina-arvoa, josta hyötyisivät etenkin seurojen toimitusjohtajat.

StriVR (2020) mukaillen tietokonenäkotekniikoiden avulla esimerkiksi todellisien otteluaikaisten skenaarioiden uudelleenrakentaminen on mahdollista, jonka avulla muun muassa pelaajat ja päävalmentaja saavat lisää palautetta omista ja joukkueen ottelunaikaisista suorituksista (Tuyls et al. 2021, s. 9). Tietokonenäön avulla tapahtuva pelaajaseuranta ja tapahtumien havainnointi voi auttaa myös ennustavien mallien kehittämistä. (Tuyls et al. 2021) Tietokonenäön avulla mahdollisesti löydetyt havainnot esimerkiksi vastustajan pelityylistä, pelaajien heikkouksista ja vahvuuksista sekä yksittäisistä pelillisistä onnistumisista mahdollistaa sen, että päävalmentajat voivat muokata pelillisiä strategioitaan muun muassa vaihtamalla pelityyliä riippuen vastustajasta, peluuttaen tiettyjä pelaajia tiettyjä vastustajia vastaan tai esimerkiksi lisäämällä tiettyjen tietokonenäön tunnistamien skenaarioiden harjoittelua harjoituksissa. Tällöin tekoäly integroituu päävalmentajan olemassa oleviin pelillisen päätöksenteon prosesseihin ja toimii luvun 2.4. mukaisesti työkaluna, joka ottaa vastuulleen laskennallista työtä ja tukee näin päävalmentajan pelillistä päätöksentekoa jättäen ratkaisujen teon ja luovan päätöksenteon päävalmentajan vastuulle.

Vaikuttaisi, että neuroverkkoteknologiaa voidaan siis hyödyntää luvun 4.1. esimerkin mukaisesti esimerkiksi yksittäisten pelaajien taitojen ja potentiaalien tunnistamiseen ja ennustamiseen, mitä lukujen 3.1.1., 3.1.2. ja 3.2. mukaisesti jalkapalloseurojen toimitusjohtajat ja päävalmentajat voisivat hyödyntää muun muassa pelaajien hankintaan, valintaan ja myymiseen liittyvissä päätöksissään. Pelaajat puolestaan voisivat esimerkiksi keskittyä näiden taitojen harjoitteluun. Neuroverkkoteknologian etu esimerkiksi juuri pelaajien ominaisuuksien, vahvuuksien ja heikkouksien tunnistamisessa on iteratiivisen prosessin kautta kehittyvä ja tarkentuva ennustuskyky, joka tuo luotettavampaa tietoa jalkapalloseurojen päätöksentekijöille, mikä mahdollistaa tehokkaamman pelillisen päätöksenteon eri sidosryhmissä.

5. YHTEENVETO JA TULOKSET

Tämän luvun tarkoitus on luoda kattava kokonaisuus tutkimuksesta ja tuoda esiin merkittävimmät löydökset. Luvussa arvioidaan myös tutkimusta sekä pohditaan jatkotutkimusmahdollisuuksia.

5.1. Löydökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli löytää ja tunnistaa millaisia tekoälysovelluksia, joita jalkapalloseurat voivat hyödyntää pelillisessä päätöksenteossa on olemassa. Tutkimuksen pituuden kannalta jalkapalloseurojen pelillistä päätöksentekoa tarkasteltiin kolmesta eri sidosryhmästä: toimitusjohtajan, päävalmentajan ja pelaajien näkökulmasta. Näillä sidosryhmillä on myös merkittävä vaikutus jalkapalloseuran pelilliseen suoriutumiseen omilla päätöksillään (Ade et al. 2016; Ashford et al. 2021; Ballet et al. 2023; Bryson et al. 2021; Ginesta & Faedo 2023; Ribeiro et al. 2021; Stolen et al. 2005; Vidigal et al. 2022; Williams & Jackson 2019).

Jalkapalloseuran toimitusjohtajan pelillisen päätöksenteon vastuualueiksi tunnistettiin etenkin jalkapalloseuran päätökset liittyen jalkapallotoimintaan, kuten esimerkiksi päävalmentajan valinta sekä pelaajahankintoihin vaikuttaminen. Päävalmentajan pelillisen päätöksenteon vastuualueiksi tunnistettiin jalkapalloseuran pelillisen strategisen suunnitelman luominen, muokkaaminen ja implementointi, pelaajien valmentaminen, tukiryhmien valinta ja ohjaaminen sekä esimerkiksi pelaajahankintoihin vaikuttaminen. Pelaajien pelillisen päätöksenteon vastuualueiksi tunnistettiin pelien- ja harjoitustenaikainen päätöksenteko fyysisten, teknisten, taktisten ja kognitiivisien taitojen perusteella.

Luvussa 4 löydettyjä tekoälysovelluksia, joita jalkapalloseurojen rajatut sidosryhmät voivat hyödyntää pelillisessä päätöksenteossaan olivat erilaiset koneoppimismallit, kuten erilaiset regressiomallit tai tukivektorikoneet erilaisten ennusteiden luomisen yhteydessä sekä tietokonenäkö ja neuroverkot. Koneoppimismetodeja voidaan hyödyntää jalkapallossa luomaan koneoppimismalleja, joiden avulla voidaan tehdä tarkkoja ennusteita haluttavista aiheista, kuten esimerkiksi otteluiden lopputuloksista. Tällaisten mallien avulla voidaan luoda hyödyllisiä ennusteita muun muassa jalkapalloseurojen toimitusjohtajalle ja päävalmentajalle. Tietokonenäkö mahdollistaa tarkan pelianalysoinnin muun muassa videomateriaalista keräten dataa esimerkiksi ottelutapahtumista ja pelaajista. Tätä dataa voitaisiin varmasti hyödyntää muun muassa

pelistrategioiden luomiseen ja pelaajien yksilölliseen valmentamiseen, joka vaikuttaisi suoraan päävalmentajan ja pelaajien päätöksentekoon. Neuroverkkoteknologiaa voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen päätöksenteossa analysoimaan isoja tietoaineistoja, jonka pohjalta voidaan luoda erilaisia päätöksentekoa tukevia malleja. Näitä malleja voitaisiin hyödyntää varmasti muun muassa seuraan sopivien valmentajien arvioimiseen ja ennustamiseen, mikä vaikuttaisi etenkin toimitusjohtajan ja päävalmentajan päätöksentekoon. Löydettyjen jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa hyödynnettävien tekoälysovelluksien hyötyjä on arvioitu taulukossa 4.

Taulukko 4. Jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa hyödynnettävien tekoälysovelluksien hyötyjä.

Tekoälysovellus	Hyödyt
Koneoppimismallit	Ennusteiden tekeminen. Esimerkiksi koneoppimismallien pohjalta jalkapalloseuran päävalmentaja ja pelaajat voivat saada tietoa tärkeimmistä ottelun tuloksiin vaikuttavista muuttujista sekä merkittävimmistä kehityskohdista (Bai et al. 2023).
Tietokonenäkö	Videomateriaalin prosessointi ja analysointi (Tuysl et al. 2021). Videomateriaalista kerätyn datan hyödyntäminen muun muassa pelistrategioiden luomiseen ja pelaajien yksilölliseen valmentamiseen, joka vaikuttaisi suoraan päävalmentajan ja pelaajien päätöksentekoon.
Neuroverkkoteknologia	Basheer ja Hajmeer (2000), Tu (1996) sekä Lancashire et al. (2008) mukaillen trendien tunnistaminen monimutkaisista ja epälineaarisista tietoaineistoista, mikä mahdollistaa tämän tehokkaan tekoälysovelluksen hyödyntämisen muun muassa erilaisissa luokitteluissa ja ennustuksissa (Barron et al. 2018, s. 2).

Löydöksien pohjalta voidaan todeta, että tekoälyn hyödyntämisessä jalkapalloseurojen pelillisen päätöksenteon keskiössä on etenkin videomateriaalin ja suurien ja monimutkaisten tietoaineistojen analysointi sekä niiden pohjalta tehtävien ennustavien mallien luonti. Löydöksien valossa jalkapalloseurojen toimitusjohtaja, päävalmentaja ja pelaajat voivat hyödyntää tekoälyä pelillisessä päätöksenteossaan analysoimalla ja toteuttamalla ratkaisuja, joita on saatu tekoälysovelluksien pohjalta saaduista tuloksista ja malleista. Löydöksien pohjalta voi myös todeta, että tekoälyn integroiminen jo olemassa oleviin jalkapalloseurojen prosesseihin tehostaa rajattujen sidosryhmien päätöksentekoa.

5.2. Tutkimuksen arviointi ja jatkotutkimusmahdollisuudet

Tutkimuksessa hyödynnettiin lähteitä, jotka olivat vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita, konferenssijulkaisuja sekä yhtä yrityksen verkkosivua. Se takasi sen, että tutkimuksen aineisto on laadullista ja tieteellisesti eheää. Tutkimusta hankaloitti tutkimuksen aiheen kannalta relevanttien lähteiden määrän ja aiemman tutkimuksen vähäisyys. Kuitenkin löydetty aineisto oli laadukasta ja sen pohjalta tehtyjä väitteitä ja löydöksiä voidaan pitää merkittävänä. Tutkimusaiheen tuoreus, sekä vähäinen aiemman tutkimuksen määrä vaikeutti luotettavan aineiston löytämistä aiheesta ja näin ollen konkreettisten tekoälysovelluksien löytämistä tutkimusaiheen kontekstissa. Myös vähäinen tutkimus tekoälyn vaikutuksesta rajattujen sidosryhmien kontekstissa vaikeutti tutkimusta. Kuitenkin löydetyt aiheet tarjosivat konkreettisia esimerkkejä tekoälysovelluksista, joita voidaan hyödyntää jalkapalloseurojen päätöksenteossa. Tutkimuksen laatua olisi voinut parantaa esimerkiksi empiirisellä tutkimuksella, jossa olisi voitu esimerkiksi haastatella tiettyjä jalkapalloseuroja selvittäessä tekoälyn hyödyntämistä jalkapalloseurojen pelillisessä päätöksenteossa.

Aiheesta tehdyn tutkimuksen määrän vähäisyys osoittaa, että aiheesta olisi jatkotutkimusmahdollisuuksia. Tutkimusta esimerkiksi jalkapalloseurojen päätöksenteon prosesseista eri sidosryhmissä sekä konkreettisista, vain jalkapallossa hyödynnettävistä, tekoälysovelluksista olisi tämän tutkimuksen valossa mahdollista toteuttaa jatkossa. Jatkotutkimukset voisivat tuoda arvokasta tietoa jalkapalloseuroille heidän toimintansa kehityskohteista, sekä myös kehittää tekoälysovelluksia etenkin jalkapallon kontekstissa.

LÄHTEET

Ade, J., Fitzpatrick, J. & Bradley, P. (2016). High-Intensity Efforts in Elite Soccer Matches and Associated Movement Patterns, Technical Skills and Tactical Actions. Information for Position-Specific Training Drills. Journal of Sports Sciences Vol. 34.

Allal-Chérif, O., Simón-Moya, V. & Ballester, A.C.C. (2021). Intelligent purchasing: How artificial intelligence can redefine the purchasing function. Journal of Business Research Vol. 124, pp. 69–76.

Alp Güler, R., Neverova, N. & Kokkinos, I. (2018). DensePose: Dense human pose estimation in the wild. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.

AlTaweel, A., Nuhmani, S., Ahsan, M., Al Muslem, W.H., Abualait, T. & Muaidi, Q.I. (2022). Analysis of the Anaerobic Power Output, Dynamic Stability, Lower Limb Strength, and Power of Elite Soccer Players Based on Their Field Position. Healthcare (Switzerland) Vol 10.

Ashford, M., Abraham, A. & Poolton, J. (2021). Understanding a Player's Decision-Making Process in Team Sports: A Systematic Review of Empirical Evidence. Sports (Basel). Vol. 9(5).

Bai, L., Gedik, R. & Egilmez, G. (2023). What does it take to win or lose a soccer game? A machine learning approach to understand the impact of game and team statistics. Journal of the Operational Research Society Vol. 74, pp. 1690–1711.

Ballet, C., Barreto, J., Hope, E. & Casanova, F. (2023). What is the visual behaviour and attentional effort of football players in different positions during a real 11v11 game? A pilot study.

Barron, D., Ball, G., Robins, M. & Sunderland, C. (2018). Artificial neural networks and player recruitment in professional soccer. PLOS ONE Vol. 13, e0205818.

Basheer, I.A. & Hajmeer, M. (2000). Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application. Journal of Microbiological Methods, Neural Computting in Micrbiology Vol. 43, pp. 3–31.

Bilek, G. & Ulas, E. (2019). Predicting match outcome according to the quality of opponent in the English premier league using situational variables and team performance indicators. International Journal of Performance Analysis in Sport Vol. 19, pp. 930–941.

Bird, E., Fox-Skelly, J., Jenner, N., Larbey, R., Weitkamp, E. & Winfield, A. (2020). The ethics of artificial intelligence: Issues and initiatives | Think Tank | European Parliament

Boberg, J. (2021). Tietojenkäsittelytieteiden perusopinnot – Esittely ja itseohjaavan testin materiaali. Turun yliopisto.

Bryson, A., Buraimo, B., Farnell, A. & Simmons, R. (2021). Special Ones? The Effect of Head Coaches on Football Team Performance.

Carreira, J. & Zisserman, A. (2017). Quo vadis, action recognition? A new model and the kinetics dataset. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.

Dai, Z. (2023). Operation of European Football Supply Chain in China Based on Meta-Analysis. Discrete Dynamics in Nature and Society, pp. 1–6.

Davenport, T.H. & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. Harvard Business Review, Vol. 96(1), pp. 108–116.

Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L.-J., Li, K. & Fei-Fei, L. (2009). Imagenet: A large-scale hierarchical image database. In 2009 IEEE conference on computer vision and pattern recognition. pp. 248–255.

Dong, X. & Shen, J. (2018). Triplet loss in siamese network for object tracking. In Proceedings of the european conference on computer vision (ECCV). pp. 459–474.

Du-Harpur, X., Watt, F.M., Luscombe, N.M. & Lynch, M.D. (2020). What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. British Journal of Dermatology Vol. 183, pp. 423–430.

Dwivedi, Y.K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P.V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A.K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., Medaglia, R., Le Meunier-FitzHugh, K., Le Meunier-FitzHugh, L.C., Misra, S., Mogaji, E., Sharma, S.K., Singh, J.B., Raghavan, V., Raman, R., Rana, N.P., Samothrakis, S., Spencer, J., Tamilmani, K., Tubadji, A., Walton, P. & Williams, M.D. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. International Journal of Information Management Vol. 57, 101994.

Faraboschi, P., Frachtenberg, E., Laplante, P., Milojicic, D. & Saracco, R. (2023). Artificial General Intelligence: Humanity's Downturn or Unlimited Prosperity. Computer Vol. 56, pp. 93–101.

Fedorko, R., Kráľ, Š. & Bačík, R. (2022). Artificial Intelligence in E-commerce: A Literature Review. pp. 677–689.

Fifield, D. (2018). Strikers' Coach Allan Russell Takes the Long Route to Russia with England.

Fink, A. (2019). Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper. SAGE Publications.

Gil de Zúñiga, H., Goyanes, M. & Durotoye, T. (2023). A Scholarly Definition of Artificial Intelligence (AI): Advancing AI as a Conceptual Framework in Communication Research. Political Communication Vol. 41, pp. 317–334.

Ginesta, X. & Faedo, N.I. (2023). The Influence of North American Ownership on the Business, Management, and Communication Model of Spanish Professional Football: A Case Study of Real Club Deportivo Mallorca (2016–2021). Communication and Sport Vol. 11, pp. 949–967.

Hill, R.K. (2016). What an Algorithm Is. Philos. Technol. Vol. 29, pp. 35–59.

IBM. (2024). What is a Neural Network? | IBM [WWW Document], n.d.

Jarrahi, M.H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. Business Horizons Vol. 61, pp. 577–586.

Kaplan, A. & Haenlein, M.J.B.H. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. Business Horizons, Vol. 62(1), pp. 15–25.

Lancashire, L.J., Rees, R.C. & Ball, G.R. (2008). Identification of gene transcript signatures predictive for estrogen receptor and lymph node status using a

stepwise forward selection artificial neural network modelling approach. Artificial Intelligence in Medicine Vol. 43, pp. 99–111.

Lichtenthaler, U. (2022). Mixing data analytics with intuition: Liverpool Football Club scores with integrated intelligence. The Journal of Business Strategy Vol. 43, pp. 10–16.

Lera-Leri, R.X., Liscio, E., Bistaffa, F., Jonker, C.M., Lopez-Sanchez, M., Murukannaiah, P.K., Rodriguez-Aguilar, J.A. & Salas-Molina, F. (2024). Aggregating value systems for decision support. Knowledge-Based Systems Vol. 287.

Louridas, P. & Ebert, C. (2016). Machine Learning. IEEE Software Vol. 33, pp. 110–115.

Manu, K.S., Koul, A.V., Rathi, K & Somani, P. (2020). Applications of Artificial Intelligence in the Game of Football: The Global Perspective. Researchers World – Journal of Arts Science & Commerce Vol. 11, pp. 18–29.

Moustakidis, S., Plakias, S., Kokkotis, C., Tsatalas, T. & Tsaopoulos, D. (2023). Predicting Football Team Performance with Explainable AI: Leveraging SHAP to Identify Key Team-Level Performance Metrics. Future Internet Vol. 15, 174.

Rana, N.P., Chatterjee, S., Dwivedi, Y.K., & Akter, S. (2022). Understanding dark side of artificial intelligence (AI) integrated business analytics: Assessing firm's operational inefficiency and competitiveness. European Journal of Information Systems, Vol. 31(3), pp. 364–387.

Ribeiro, D.B. Jr., Elferink-Genser, M.T., Oliveira, H.Z., Werneck, F.Z., Figueiredo, A.J.B. & Coelho-e-Silva, M.J. (2021). Análise factorial confirmatória do tactical skills inventory for sports em jovens basquetebolistas brasileiros. Motricidade Vol. (3), pp. 262-72.

Ryan, M. (2020). In AI We Trust: Ethics, Artificial Intelligence, and Reliability. Science & Engineering Ethics Vol. 26, pp. 2749–2767.

Salminen, V., Ruohomaa, H. & Kantola, J. (2017). Digitalization and Big Data Supporting Responsible Business Co-evolution, in: Kantola, J.I., Barath, T., Nazir, S., Andre, T. (Eds.), Advances in Human Factors, Business Management, Training and Education, Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer International Publishing, Cham, pp. 1055–1067.

SAS. (2021). Artificial intelligence – what is it and how it works.

Slimani, M. & Nikolaidis, P. (2017). Anthropometric and Physiological Characteristics of Male Soccer Players According to their Competitive Level, Playing Position and Age Group: A Systematic Review. The Journal of sports medicine and physical fitness Vol. 59.

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisloff, U. (2005). Physiology of Soccer. Sports medicine (Auckland, N.Z.) Vol. 35, pp. 501–36.

StriVR. (2020). Immersive Sports Analytics.

Tu, J,V. (1996). Advantages and disadvantages of using artificial neural networks versus logistic regression for predicting medical outcomes. Journal of Clinical Epidemiology Vol. 49, pp. 1225–1231.

Tuyls, K., Omidshafiei, S., Muller, P., Wang, Z., Connor, J., Hennes, D., Graham, I., Spearman, W., Waskett, T., Steel, D., Luc, P., Recasens, A., Galashov, A., Thornton, G., Elie, R., Sprechmann, P., Moreno, P., Cao, K., Garnelo, M., Dutta, P., Valko, M., Heess, N., Bridgland, A., Pérolat, J., De Vylder, B., Ali Eslami, S.M., Rowland, M., Jaegle, A., Munos, R., Back, T., Ahamed, R., Bouton, S., Beauguerlange, N., Broshear, J., Graepel, T. & Hassabis, D. (2021). Game Plan:

What AI can do for Football, and What Football can do for AI. The Journal of Artificial Intelligence Research Vol. 71, pp. 41–88.

UEFA. (2024). 2024/25 UEFA Champions League: Who is in the European Performance Spots as it stands? | UEFA Champions League [WWW Document]. UEFA.com.

Vidigal, E.C., Silva, F.F., Rodrigues, T.L.A., Ribeiro Júnior, D.B., Matta, M. de O., Barros, A.N. de, Gonçalves, M.C., Coelho, E.F. & Werneck, F.Z. (2022). "*Coach's eye*": psychological and tactical skills discriminate sporting potential of young soccer players. Rev. bras. cineantropom. desempenho hum. Vol. 24, e91439.

Williams, M.A. & Jackson, R.C. (2019). Anticipation and Decision Making In Sport. New York, London: Routledge Taylor & Francis Group

Yang, D. & Sonmez, M. (2005). Intangible Balls. Business Strategy Review Vol. 16, pp. 39–44.

Zhang, D., Pee, L.G. & Cui, L. (2021). Artificial intelligence in E-commerce fulfillment: A case study of resource orchestration at Alibaba's Smart Warehouse. International Journal of Information Management Vol. 57, 102304.