



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

HOIVAROBOTIIKKA

Riina Vähäkangas

KONETEKNIikka

Kandidaatintyö

Kesäkuu 2023

TIIVISTELMÄ

Hoivarobotiikka

Riina Vähäkangas

Oulun yliopisto, Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Kandintyö 2023, s. 31

Työn ohjaaja yliopistolla: Yrjö Louhisalmi

Kandintyön aiheena on hoivarobotiikka, jossa tarkoituksena on tehdä kirjallisuuskatsaus, kuinka robotiikkaa voidaan hyödyntää hoivatyössä.

Työssä käydään läpi mitä ovat hoivatyö ja robotiikka sekä näiden jälkeen mitä hoivarobotiikka on ja millaisia ongelmia hoivatyössä esiintyy ja millaisia ratkaisuja robotiikasta voi löytyä. Hoivatyössä on esimerkiksi tällä hetkellä pulaa hoitajista ja ajan puutteesta, joten näihin pyritään löytämään sopivia ratkaisuja robotiikasta. Lisäksi apukeinoja etsitään ergonomian ja kotihoidon tueksi.

Tämän jälkeen työssä on esiteltyä erilaisia esimerkkejä, millaisia robotteja on käytössä hoivakodeissa sekä kotihoidossa. Työssä perehdytään myös tarkemmin, mitä on tekoäly, koneoppiminen sekä HRI eli ihmisen ja robotin vuorovaikutus ja minkälaisia käyttökohteita sillä on.

Lopuksi työssä käydään läpi robottien hyödyt ja haitat terveyden huollossa sekä voiko robotti korvata ihmisen hoivatyössä.

Asiasanat: Hoivarobotiikka, Koneoppiminen, Robotiikka, Tekoäly

ABSTRACT

Nursing robotics

Riina Vähäkangas

University of Oulu, Degree Programme of Mechanical Engineering

Bachelor's thesis 2023, pp.31

Supervisor at the university: Yrjö Louhisalmi

The subject of the bachelor's thesis is nursing robotics, which aims to provide a literature review of how robotics can be used in nursing work.

Initially, the work goes through what nursing and robotics is and after what nursing robotics is and what kind of problems are there and what solutions can be found in robotics. For example, there is currently a shortage of nurses and lack of time, so suitable solutions for robotics have been sought. In addition, efforts are made to find help for ergonomics and home care.

After that, the work is presented with what kind of robots are used in nursing homes and in home care. The work also introduces what artificial intelligence, machine learning and HRI means (human-robot interaction) are and what kind of usage possibilities it has.

Finally, the benefits and disadvantages of robots in health care are discussed and how can robot replace a human in nursing work and in what situations the robot can be a better option than a human being.

Keywords: Artificial intelligence, Machine learning, Nursing robot, robotics

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENTEET	5
1 JOHDANTO	6
2 MITÄ ON HOIVAROBOTIIKKA?	7
2.1 Hoivatyö	7
2.2 Robotiikka	8
2.3 Hoivarobotiikka	8
3 HOIVAROBOTIT	10
3.1 Hoivakodeissa käytössä olevat laitteet	10
3.1.1 Asiakaspalvelurobotit Pepper	10
3.1.2 Mobiilirobotit TUG	11
3.1.3 Tukiranka Exoskeleton	12
3.1.4 Paijattava hyljerobotti PARO	13
3.2 Kotihoidossa käytössä olevat laitteet	15
3.2.1 Robottikamera ja kuvayhteys	15
3.2.2 Lääkkeannostelurobotti Evondos	16
4 TEKOÄLY HOIVAROBOTIIKASSA	18
4.1 Tekoäly	18
4.2 Koneoppiminen	19
4.3 HRI Human-Robot Interaction	20
4.4 HRI toimialueet	21
5 ROBOTIIKAN HYÖDYT JA HAITAT TERVEYDENHUOLLOSSA	23
6 KORVAAKO ROBOTIT IHMISEN HOIVATYÖSSÄ?	25
7 YHTEENVETO	26
LÄHDELUETTELO	28

LYHENTEET

AI	Artificial Intelligence eli tekoäly
HRI	Human-Robot Interaction
ML	Machine learning eli koneoppiminen
ANN	Artificial neural networks
DL	Deep learning

1 JOHDANTO

Hoivarobotiikasta voidaan kuvitella, että ne ovat ihmismäisiä robotteja, jotka nostavat, syöttävät ja juttelevat ikäihmisille, jolloin hoitoalan työntekijöitä ei enää tarvita. Todellisuudessa asia ei ainakaan vielä ole näin. Hoivarobottien tarkoituksena on auttaa ja helpottaa niin hoitajia kuin hoivan tarpeessa olevia ihmisiä. Hoivarobottien avulla voidaan myös lisätä kotona asuvien ikäihmisten itsenäisyyttä.

Resurssien ollessa matalat robottien avulla voidaan vähentää hoitajien työtehtäviä esimerkiksi lääkkeenjaossa, jolloin aikaa voidaan keskittää tehtäviin, joissa hoitajalla on välttämätöntä olla läsnä. Nykypäivänä robotit eivät kuitenkaan pysty korvamaan inhimillistä vuorovaikutusta mikä syntyy ihmisten välillä, joten luultavasti robotit eivät tule korvaamaan ihmistä.

Työssä käsitellään myös tekoälyn käyttöä hoivaroboteissa sekä kuinka roboteista saadaan vuorovaikutuksellisia ja lähestyttäviä laitteita.

Työn tavoitteena on saada yleiskäsitys siitä, mitä hoivarobotit ovat ja kuinka niitä voidaan hyödyntää hoivatyössä. Rajaamalla aluetta hoivaa tarvitseviin ikäihmisiin, mutta työssä käsiteltäviä laitteita voidaan hyödyntää myös muille hoivaa tarvitseville.

2 MITÄ ON HOIVAROBOTIIKKA?

Teollisuudessa sekä muilla eri aloilla ympäri maailmaa on käytössä erilaisia robottisovelluksia. Kun ihmiset ovat huomanneet millaisia hyötyjä robotiikasta on esimerkiksi tuottavuuden lisääntyessä sekä resurssitehokkuudessa, myös hoitoala on kiinnostunut niistä. Terveystieteissä on kiinnostuttu erityisesti lisäämään robotiikkaa sairaanhoitoon, tarkoituksena parantaa hoidon laatua, turvallisuutta sekä hallita kustannuksia. (Cresswell & Cunningham-Burley & Sheikh, 2018)

Ennen kuin tutustutaan tarkemmin hoivarobotiikkaan, on hyvä käydä läpi mitä hoivatyö ja robotiikka ovat. Näiden ymmärtämisen jälkeen on hyvä tutustua siihen, millaisia hoivarobotteja on käytössä ja millaisia hyötyjä niistä on.

2.1 Hoivatyö

Hoivatyö on kohdistettu lähinnä ikääntyneille ihmisille, jotka ovat koti- tai palvelutalohoidossa. Hoivatyöhön kuuluu fyysisten tarpeiden huolehtiminen kuin myös sosiaalisen hyvinvoinnin huolehtimista. Nykypäivän hoitajapulan takia hoitajien työaika kuluu fyysisten tarpeiden hoitamiseen, kuten hygienian hoitoon, ruokailuun sekä asiakkaan nostamiseen ja paikasta toiseen siirtämiseen, näin ollen sosiaalisesta hyvinvoinnista huolehtimiseen jää hyvin rajallisesti aikaa. Sosiaaliseen hyvinvointiin kuuluu muun muassa puhuminen sekä henkisen tuen antaminen. Myös kansalaisen oikeus ulkoiluun, kodin ulkopuolella asioimiseen sekä mahdollisuus harrastuksiin jää puuttumaan. (Pirinen, 2011)

Kiireisen työtahdin ja vuorotyön lisäksi hoitotyötä kuormittaa hankalat työasennot sekä raskaiden taakkojen käsittely. Fyysisiä työtehtäviä on pyritty keventämään ja helpottamaan erilaisten apuvälineiden avulla. (Pehkonen & Nevala & Östring)

2.2 Robotiikka

Robotiikka ja robotit on suunniteltu tekemään ihmisten perinteiset työt, jotka ovat hyvin yksinkertaisia tai toisaalta välillä jopa vaarallisia töitä. Robotit voidaan varustaa ihmisen eri aisteilla, kuten näkö-, kosketus- sekä kyvyllä aistia lämpötilaa. Jotkut robotit pystyvät tekemään itsenäisesti yksinkertaisia päätöksiä. Robotiikkaa on pyritty viemään entistä enemmän siihen suuntaan, että robotit ovat itsenäisiä, niillä on liikkuvuutta ja ulottuvuutta sekä pystyvät tekemään päätöksiä tuntemattomassa ympäristössä. (Moravec & Agassi, 2023)

Jotta robotit kykenevät suorittamaan erilaisia tehtäviä, niihin tulee käyttää tekoälyä ja koneoppimista. Koneoppiminen on tekoälyn osa-alue, jossa laitteelle annetaan tietynlainen algoritmityyppi, joita ovat ohjattu oppiminen, vahvistusoppiminen sekä ohjaamaton oppiminen. (Shai & Shai, 2014)

Tekoälypohjaisten järjestelmien autonomiset ja älykkyyteen perustuvat ominaisuudet antavat robotille mahdollisuuden itsenäisyyteen, joka taas antaa mahdollisuuden toimia tilanteissa, joita ei ole ennalta ohjelmoitu tai nimenomaan ennakoitu kehityksen aikana. Näin ollen robotti pystyy tekemään itsenäisiä päätöksiä ja toimintojen valintaan käyttäjän vähäisellä tai olemattomalla hallinnalla. (Thiebes & Lins & Sunyaev, 2020)

2.3 Hoivarobotiikka

Hoivarobotiikalla on tarkoitus olla avuksi ihmiselle, niin hoitajille kuin myös hoivan tarvitsijalle. Hoivarobotiikalla on pyritty parantamaan hoitajapulan aiheuttamaa ajanpuutetta, mutta tällä hetkellä robotiikan käyttö hoitopalveluissa on vielä alkeellista ja sen käyttömahdollisuudet ovat hyvin rajalliset. (Brander, 2022)

Hoivarobotiikassa ei ole tarkoitus tehdä ihmismäisiä robotteja, vaan olla ennemminkin vuorovaikutteisia elementtejä sisältäviä teknisiä apuvälineitä, millä pystytään tukemaan hoitajien tekemää työtä. Hoivarobottien tarkoituksena on helpottaa hoitajien työtä,

vahvistaa potilaan turvallisuudentunnetta sekä mahdollisesti myös aktivoida potilaita. (Brander, 2022)

On todettu, että ihmisten hoitaminen ja arkisista asioista puhuminen on koneelle kuitenkin vielä hyvin vaikeaa, vaikka alaan kohdistuvasta hypetyksestä voisi päätellä toisin. Hoivarobotteja on kehitetty noin 25 vuoden ajan sosiaali- ja terveysalan tueksi, mutta suurin osa hankkeista ei ole päätenyt markkinoille. Koneille on hyvin vaikeaa automatisoida ikääntyneiden hoitamista. Arkisimmat toimenpiteet kuten pukeminen ja ruoanlaitto on hyvin vaikeaa ohjelmoida kustannustehokkaasti. (Luotola, 2023)

Sairaaloissa ja kotihoidossa käytettävät hoivarobotit sekä apuvälineet eroavat toisistaan huomattavasti. Sairaaloissa hoivarobotteja hyödynnetään enemmän oireiden sekä sairauksien seurantaan ja hoitoon. Myös palvelu- ja logistiikkatehtäviin suunnattuja robotteja on käytössä paljon sairaaloissa ja palvelukodeissa. Kun taas kotihoidossa välineiden ja sovellusten käytön tarkoituksena helpottaa arkea. (Brander, 2022)

Suomessa hoivarobotteja on kehitetty monessa eri tutkimushankkeessa, mutta harva niistä on kustannustehokas. (Luotola, 2023)

3 HOIVAROBOTIT

Hoivarobotteja on kehitetty jo noin 25 vuotta sosiaali- ja terveysalan tueksi. Vuonna 1998 on esitelty ensimmäinen Care-o-bot, josta on sen jälkeen julkaistu jo neljä kehitysversiota eikä mikään niistä ole vielä yleistynyt. (Luotola, 2023)

Suomessa on kehitetty hoivarobotteja monissa eri tutkimushankkeissa. Suomen sisäisiä hankkeita on esimerkiksi ateria-automaatti MenuMAT, lääkejakeluautomaatti Evondos sekä hyljettä muistuttava hoivarobotti Paro. Suomessa on kehitetty myös sovelluksia ulkomaalaisille laitteille, kuten humanoidirobotti Douple, ulkoinen tukiranka Laevo, teollisuusrobotti MiR, humanoidirobotti Nao, asiakaspalvelijarobotti Pepper, robottialusta Tug ja siivousrobotti Whiz. (Luotola, 2023)

Hoivarobottiikassa on käytössä paljon tekoälyä, jolla pystytään ohjelmoimaan robotit toimimaan halutulla tavalla eri ympäristöissä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa Illinoisissa sijaitsevassa sairaalassa on hoitajien apuna kaksi 150-senttistä Moxi-robotia, jotka hakevat ja kuljettavat tavaraa paikasta toiseen itsenäisesti. Yksi robotti on säästänyt hoitohenkilökunnan aikaa kuukaudessa noin 3100 tuntia. (Kaskimaa, 2023)

3.1 Hoivakodeissa käytössä olevat laitteet

Hoivakodeissa on käytössä asiakaspalvelija- ja logistiikkarobotteja, hoitajien työergonomiaa helpottavia tukirankoja sekä pajattavia hyljerobotteja. Näiden lisäksi on olemassa erilaisia ateria-automaatteja sekä siivouksessa auttavia robotteja.

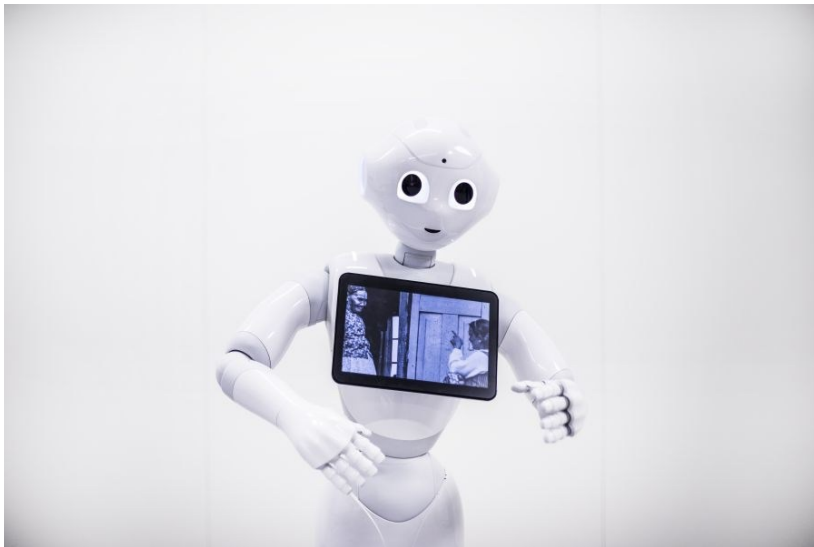
3.1.1 Asiakaspalvelurobotit Pepper

Pepper on ihmisille suunniteltu robotti, jonka tarkoituksena on auttaa, yhdistää ja jakaa tietoa. Pepperin ystävällisen ja mukaansatempaavan luonteen avulla pystytään luomaan ainutlaatuisia kokemuksia ja todellisia ystävyysuhteita. Pepperin avulla pystytään

tuomaan digitaalinen ja todellinen maailma yhteen uudella tavalla. Se on täynnä tietoa, jota se voi jakaa asiakkaalle henkilökohtaisesti. (SoftBank Robotics)

Pepper pystyy myös hoitamaan rutiininomaisia tehtäviä, jolloin työntekijälle jää enemmän aikaa muihin työtehtäviin. (SoftBank Robotics)

Alla olevassa kuvassa 1 näkyy Pepper, jota on helppo lähestyä. Pepper on varustettu tabletilla, jonka avulla voidaan esimerkiksi antaa ohjeita sekä kommunikoida.



Kuva 1. Vuorovaikutteinen pepper-robotti tervehtii asiakkaita (Renvall 2021).

3.1.2 Mobiilirobotit TUG

TUG-logistiikkarobotti on hyvin monipuolinen ja sitä pystytään muokkaamaan tarpeiden mukaan. TUG-robottia voidaan hyödyntää esimerkiksi sairaalassa lääkkeidenjaossa apuna tai muissa logistiikkaa vaativissa tehtävissä. Mobiilirobotit helpottavat potilaiden hoitoa sekä parantavat työntekijöiden tyytyväisyyttä, turvallisuutta sekä tuottavuutta. TUG on suunniteltu niin että, hoitajien ei tarvitse päivystää ja soitella ympäriinsä turhaan, vaan he pystyvät seuraamaan TUG:ia ja

tietävät tarkalleen, milloin lääkkeet, ateriat, tarvikkeet ja testitulokset saapuvat. Tämän avulla hoitajilla on enemmän aikaa hoitotyöhön. (Aethon, 2018)

TUG on varustettu biometrisellä suojauksella sekä PIN-koodeilla, jotta vain valtuutettu lääkintähenkilöstö pystyy lisäämään ja poistamaan esim. näytteitä ja lääkkeitä. Näin ollen toimitukset ovat turvallisia eikä enää tarvita pneumaattisia putkia tai kuriireja ja täyttökärryjä. (Aethon, 2018)

Kuvassa 2 on TUG-robotti, jota voidaan muokata työkohteen tarpeiden mukaan oikeanlaiseksi.



Kuva 2. TUG-logistiikkarobotilla voidaan helpottaa logistiikka tehtäviä (Aethon 2018).

3.1.3 Tukiranka Exoskeleton

Exoskeleton on ulkoinen tukiranka, jonka avulla pystytään vähentämään hartioiden ja käsivarsien kuormitusta ja vähentämään näin ollen ylirasituksesta aiheutuvia vammoja, ylimääräisiä taukoja sekä sairauslomia. Ulkoinen tukiranka on kevyt ja liikkumisvapaa, joten sitä voi käyttää monipuolisesti erilaisissa työtehtävissä. (Hilti)

Exoskeletonin avulla pystytään helpottamaan hoitotyötä, jolloin työn fyysinen kuormittavuus vähenee. Päälle puettava, tekstiilinen exoskeleton tukiranka tukee selkää sekä lantiolihaksia, kun nosto tapahtuu lantion alapuolella tai työasento on etukumarassa. Liivinkäyttöä on kokeiltu Porissa kotihoidossa, jossa liivin käyttö on saanut positiivisia kokemuksia. (MeWet-home, 2022)

Tukiranka toimii ulkoisina lisälihaksina, jotka varastoivat energiaa tekstiilijousien avulla ja tukee näin käyttäjää. Käyttäjä voi aktivoida, deaktivoida sekä muuttaa tuen määrää manuaalisesti. (Auxivo, 2022) Kuvassa 3 on ulkoinen tukiranka. Siinä nähdään kuinka huomaamaton ja helposti puettavat tukiranka on.



Kuva 3. Vaatteiden alle puettava tukiranka vähentää selän rasitusta (Auxivo 2022).

3.1.4 Paijattava hyljerobotti PARO

PARO eli hyljerobotti on kehitetty herättelemään ihmistä vuorovaikutukseen sekä kontaktin ottamiseen. Sen avulla pyritään lisäämään elämään merkityksellisyyden tunnetta hoivaamisen ja hoivattavana olemisen avulla. Lisäksi PARO rauhoittaa, rentouttaa sekä vähentää ahdistusta. (Innohoiva)

PAROa käytetään muistisairaiden sekä vanhusten hoidossa niin hoitokodeissa kuin myös hoitolaitoksissa. Sitä on kokeiltu myös sairaalassa olevien lasten, autististen henkilöiden sekä fyysisesti tai henkisesti vajavaisten resurssien omaavien henkilöiden kanssa. (Innohoiva)

PARO:n on kehittänyt japanilainen professori Takanori Shibatanin. Hyljerobotti sisältää korkeaa teknologiaa, paljon sensoreita sekä muistia. Näiden ansiosta PARO on hellyttävä robotti, joka stimuloi vuorovaikutusta, puhetta, tunteita sekä muistoja. Näiden lisäksi hoiva ja hoivattavuus näkyy PARO:ssa erilaisten reaktioiden avulla, kuten reagointi ääneen ja kosketukseen sekä vastaa liikehtimällä tai äänellä. (Innohoiva)

Hylkeiden kehitys on menossa jo yhdeksännessä sukupolvessa. Se on valittu Guinness World Recordsin toimesta jo kahdesti maailman terapeutisimmaksi robotiksi. PARO on käytössä jo useassa maassa, kuten Suomessa, Ruotsissa Saksassa sekä Japanissa ja USA:ssa. Lisäksi PARO on hyväksytty EU:ssa lääketieteelliseksi apuvälineeksi huhtikuussa 2020. Kuvassa 4 on hyljettä muistuttava pieni noin 2,5 kg painava PARO-robotti. (Innohoiva)



Kuva 4. Paro-hyljerobotti, herättää vuorovaikutusta ja antaa hoivaa (Innohoiva).

3.2 Kotihoidossa käytössä olevat laitteet

Kotihoidossa käytettävissä roboteissa hyödynnetään nykypäivänä paljon etäyhteyksmahdollisuutta. Etäyhteyden ansiosta hoitajien työpäivät ovat rauhoittuneet, ja heille jää enemmän aikaa hoitotoimenpiteisiin, joihin vaaditaan läsnä olevan hoitajan apua.

3.2.1 Robottikamera ja kuvayhteys

Kotihoidossa on otettu käyttöön robottikamerat, joiden avulla hoitaja pystyy seuraamaan etänä asiakkaan kotiolosuhteita ja kuinka asiakas voi. Näin hoitaja voi laajentaa kokonaiskuvaa kotona olevasta tilanteesta myös silloin kun hoitaja ei itse pääse paikanpäälle asiakkaan kotiin. Robottikameran avulla hoitaja voi myös liikkua ja nähdä asunnon ja mitä siellä tapahtuu. (Brander, 2022)

Kuvassa 5 on robottikamera, jota voidaan liikuttaa etäyhteyden avulla. Hoitaja pystyy seuraamaan tilannetta esimerkiksi tabletin avulla. (Brander, 2022)



Kuva 5. Etäläsnäolorobotilla pystytään liikkumaan asunnossa ja tarkastelemaan tilannetta etäyhteydellä (Brander 2022).

Kuvayhteys on jo nykypäivää ja sen avulla hoitaja pystyy ottamaan ikääntyneeseen yhteyden tarvittaessa. Videoyhteyden välityksellä voidaan keskustella tai hoitaja voi seurata esimerkiksi lääkkeen ottamista. Videoyhteyden välityksellä voidaan myös aktivoida ikääntyneitä osallistumaan jumppatuokioihin sekä konsertteihin. Lisäksi etäyhteyden avulla ikääntynyt voi pitää yhteyttä sukulaisiin ja ystäviin helpommin ja näin ylläpitää sosiaalisia suhteita. (Brander, 2022)

3.2.2 Lääkkeannostelurobotti Evondos

Evondos -lääkkeannostelurobotti on kehitetty itsenäisyyden tueksi kotihoitoon. Lääkkeannostelurobotti takaa turvallisen lääkehoidon sekä itsenäisemmän elämän kotona ikääntyneille, joille itsenäinen lääkehoito on epävarmaa. Lääkkeet annostellaan laitteeseen pienissä pusseissa ja laite antaa merkkiäänänsä aina, kun on aika ottaa lääkke. Robotin hälyttäessä se ohjaa asiakasta merkkiäänellä, puheella sekä laitteen näytöllä olevalla opastuksella. Jos kotihoidon asiakas tarvitsee enemmän tukea lääkkeen ottamisessa, on hoitajalla mahdollista ottaa etäyhteys asiakkaaseen ja valvoa lääkkeen ottamista. Muussa tapauksessa, jos lääke jää ottamatta, laite lähettää ilmoituksen kotihoidolle ja lääkepussi tippuu robotissa olevaan murtosuojattuun säiliöön. (Evondos, 2023)

Lääkkeenannostelurobotin avulla hoitajille jää enemmän aikaa varsinaisiin hoitotoimenpiteisiin, joihin vähäiset resurssit voidaan käyttää enemmän aikaa vaativiin toimiin. Hoitajien kotikäynnit ovat vähentyneet huomattavasti, joka taas helpottaa työpäiviä. (Evondos, 2022)



Kuva 6. Lääkeannostelurobotit helpottavat hoitajien päiviä ja lisää ikääntyneiden itsenäisyyttä (Evondos 2022).

Evondos Anna mahdollistaa yhteensopivan etähoitojärjestelmän avulla etähoivakäynnit videoyhteyden avulla. Yhteensopivat laitteet mahdollistavat lääkeannoksen vapauttamisen lääkeannostelurobotista videoyhteyden aikana. Tämä toiminto mahdollistaa lääkeannostelurobotin käytön myös niille henkilöille, jotka tarvitsevat enemmän tukea lääkkeenotossa, mutta pystyvät muuten asumaan kotona. (Evondos, 2022)

4 TEKOÄLY HOIVAROBOTIIKASSA

Tekoälyn hyödyntäminen hoivarobotiikassa on hyvin yleistä ja sitä hyödynnetään monissa laitteissa. Tekoälyn avulla voidaan opettaa robottia toimimaan tietyllä tavalla, mutta se myös mahdollistaa robotin itseoppimisen ja itsenäisen toiminnan.

Tekoäly on tutkimus, joka pyrkii jäljittelemään ihmisen älykkyyttä tietotekniikalla. Sen avulla pystytään, auttamaan sekä hoitajia että potilaita hoivarobotiikkaa hyödynnettäessä. (Kannan)

Älykkäiden tekoälytyökalujen laajempi integrointi jokapäiväisiin lääketieteellisiin sovelluksiin voi parantaa hoitojen tehokkuutta. Lisäksi sen avulla voidaan välttää ylimääräisiä kustannuksia minimoimalla väärin diagnoosien antaminen. (Kannan)

4.1 Tekoäly

Tekoäly (Artificial Intelligence eli AI) tarkoittaa koneen tai tietokoneen keinotekoisia älykkyyttä, minkä avulla pystytään ratkaisemaan monimutkaisia ongelmia. Tekoäly on yhdistelmä tietotekniikkaa ja fysiologista älykkyyttä, joiden avulla voidaan hyödyntää laskennallisia toimintoja ja näin päästä tavoitteisiin. Älykkyyttä on kyky ajatella luomalla muistia sekä ymmärrystä, tunnistamalla toimintamalleja sekä oppimalla kokemuksista ja tekemällä muutokseen sopivia valintoja. Tekoälyllä pystytään saamaan koneet toimimaan ja käyttäytymään samalla tavalla kuin ihmiset, mutta asioiden ratkaisemiseen menee huomattavasti vähemmän aikaa, mitä ihmisellä. (Borana, 2016)

Tekoälyä pystytään hyödyntämään tiedon esittämisessä, päättelyssä, oppimisessa, havaitsemisessa sekä viestinnässä. Laajasti määriteltynä tekoäly käsittää lähes minkä tahansa tekniikan, jonka avulla tietokoneet pystyvät jäljitellä ihmisen käyttäytymistä, toistaa tai ylittää ihmisen päätöksenteon haastavien tehtävien ratkaisemisen itsenäisesti tai minimaalisella ihmisen avustuksella. (Janiesch & Zschech & Heinrich, 2021)

Tekoälyllä on hyvin monitieteelliset juuret. Sitä on kehitetty muun muassa biologian ja neurotiedeen, filosofian, laskennan, logiikan sekä psykologian ja kognitiotiedeen näkökulmasta. (Borana, 2016)

Tekoälyn hyötyjä on tiedon jakamisen helppous. Tekoälylle opetettu asia on helppo kopioida toiseen koneeseen, kun taas ihmisille täytyy järjestää koulutuksia. Koneen ei myöskään tarvitse levätä ja se pystyy työskentelemään myös silloin, kun ihminen on väsynyt. Tekoälyn yksi parhaimmista hyödyistä on se, että päätökset tehdään pelkästään faktojen perusteella, eikä tunteilla, sillä usein tunteet pystyvät vaikuttamaan ihmisten tekemiin päätöksiin negatiivisesti. (Borana, 2016)

Tekoälyn ongelmana on sen kykenemättömyys selittää logiikkaa ja päättelyä jonkin päätöksen takana. Myöskään tekoälyllä ei ole luovuutta, jonka avulla uuden ideointi olisi mahdollista. Tekoälyllä ei myöskään ole ”tervettä järkeä”, jonka avulla voidaan välttyä suurilta ongelmilta, eikä myöskään kykyä päätellä milloin ongelmalle ei ole ratkaisua. Väärissä käsissä tekoäly voi aiheuttaa suuria ongelmia sekä häiriötilanteissa tekoäly voi tuottaa vääriä ratkaisuja. (Borana, 2016)

4.2 Koneoppiminen

Nykypäivän älykkäät järjestelmät, jotka tarjoavat tekoälyominaisuuksia, hyödyntävät myös koneoppimista. Machine learning (ML) eli koneoppiminen mahdollistaa järjestelmän kyvyn oppia ongelmakohtaisista koulutustiedoista analyttisen mallinrakennusprosessin automatisoimisen ja siihen liittyvien tehtävien ratkaisemiseksi. (Janiesch & Zschech & Heinrich, 2021)

Koneoppimisessa tietokoneohjelman suorituskyky paranee käyttökokemuksen myötä joidenkin tehtävien ja suorituskykymittareiden suhteen. Koneen tarkoituksena on automatisoida analyttisen mallin rakentamisen tehtävä kognitiivisten tehtävien, kuten esineiden havaitsemisen tai luonnollisen kielen kääntämisen, suorittamiseksi. Tämä pystytään saavuttamaan soveltamalla algoritmeja, jotka oppivat iteratiivisesti ongelmakohtaisista koulutusdatoista. Näin ollen tietokoneet pystyvät löytämään

piilotettuja oivalluksia ja monimutkaisia malleja ilman kyseessä olevan tilanteen ohjelmointia. (Janiesch & Zschech & Heinrich, 2021)

Sen sijaan, että koneoppiminen koodaisi tietoja tietokoneisiin, se pyrkii automaattisesti oppimaan merkityksellisiä suhteita ja malleja esimerkeistä ja havainnoista. ML on kehittynyt huomattavasti viime aikoina ja se on mahdollistanut koneiden yleistymisen, joilla on ihmisen kaltainen kognitiivinen kapasiteetti. (Janiesch & Zschech & Heinrich, 2021)

Edeltävällä vuosikymmenillä koneoppiminen on esitelty useita merkittäviä edistysaskeleita kehittyneissä oppimisalgoritmeissa ja tehokkaissa esikäsitteilytekniikoissa. Yksi suurimmista edistysaskeleista oli keinotekoisien hermoverkkojen eli Artificial neural networks (ANN), kehitys kohti yhä syvempiä hermoverkkoarkkitehtuureja, joilla on paremmat oppimiskyvyt tiivistettynä syväoppimiseksi eli deep learning (DL). (Janiesch & Zschech & Heinrich, 2021)

4.3 HRI Human-Robot Interaction

Human-Robot Interaction eli HRI tarkoittaa ihmisen ja robotin vuorovaikutustutkimus- ja suunnittelutyötä. HRI on monitieteellinen ala, joka painottuu ihmisen ja tietokoneen väliseen vuorovaikutukseen sekä tekoälyyn ja robotiikkaan. Näillä toimilla pyritään opettamaan robotille luonnollisen kielen ymmärtämistä sekä psykologiaa. (Kalinowska & Pilarski & Murphey, 2023)

Tekoälyn kehitys on edennyt siihen pisteeseen, jossa roboteilla on aikaisempaa kehittyneemmät sosiaaliset kyvyt. Nämä robotit ilmentävät ihmisten kiinnostuksesta havaita sosiaalisia tilanteita ympäristöstä sekä roboteista, jotka parantavat ihmisten jokapäiväistä elämää. Odotuksissa sosiaalisten robottien ja todellisuuden välillä on kuitenkin edelleen huomattavia eroja. (Hensechl & Hortensius & Cross, 2020)

Uskotaan, että ihmisen ja robotin vuorovaikutusta tukevien neurokognitiivisten mekanismien kehittyminen antaa mahdollisuuden kerätä oivalluksia, jotka ovat tärkeitä

ihmisten ja robottien välisten sosiaalisten kohtaamisten optimoinnissa. Tämän saavuttamiseksi kentällä on käytettävä ihmisen neurotieteen työkaluja, mukaan lukien mobiili neurokuvantaminen. Näin voidaan tutkia pitkäaikaista, kehollista ihmisen ja robotin vuorovaikutusta paikan päällä. Uudet analyttiset neurokuvantamisen menetelmät mahdollistavat sosiaalisen kognition esitysten karakterisoinnin tarkemmassa mittakaavassa käyttämällä herkkiä ja asianmukaisia kategorisia vertailuja. Sosiaalisen robotiikan tulevaisuus on kiistatta jännittävä ja ihmisen neurotieteen tutkimuksesta saadut oivallukset tuovat meidät lähemmäksi vuorovaikutusta ja yhteistyötä sosiaalisesti kehittyneiden robottien kanssa. (Hensechl & Hortensius & Cross, 2020)

Kun luomme tulevaisuuttamme robottien avulla, ihmisen ja robotin vuorovaikutuksessa (HRI) on vaikeita ongelmia sekä teknisesti että sosiaalisesti. Viides vuosittainen HRI-konferenssi pyrkii ottamaan vastaan alan suuria teknisiä ja sosiaalisia haasteita - ja puhumaan niiden integroinnista. HRI on yksinkertaisesti, erittäin valikoiva vuosittainen konferenssi, jonka tavoitteena on esitellä parasta ihmisen ja robotin vuorovaikutusta koskevaa tutkimusta. Sen juuret juontavat robotiikasta, psykologiasta, kognitiotieteistä, HRI:stä, inhimillisistä tekijöistä, tekoälystä, antropologiasta sekä monista muista kentistä. (HRI: ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction)

4.4 HRI toimialueet

HRI voidaan jakaa karkeasti neljään käyttöalueeseen. Ensimmäisenä on rutiinitehtävät, joita robotti tekee ihmisen valvonnassa. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi valmistuskokoonpanolinjalla työskentely, pakettien, postin sekä lääkkeiden saatavuus ja toimitus varastoissa, toimistoissa sekä sairaaloissa. Tällaisia koneita kutsutaan teleroboteiksi, jotka pystyvät tekemään rajoitetun sarjan toimintoja automaattisesti, tietokoneohjelman perusteella ja pystyvät havaitsemaan ympäristönsä ja omat yhteiset asemansa ja välittämään tällaiset tiedot takaisin ihmisoperaattorille, joka päivittää tietokoneen ohjeita edellytetään. (Sheridan, 2016)

Toisena toimialueena on avaruus-, ilma-, maan- ja vedenalaisten ajoneuvojen kauko-ohjaus ei-rutiinitehtäviin vaarallisissa ja vaikeapääsyisissä ympäristöissä. Jos ne

suorittavat manipulointi- ja liikkumistehtäviä kaukana olevassa ympäristössä etäyhteydellä ihmisen jatkuvien ohjausliikkeiden mukaisesti, niitä kutsutaan teleoperaattoreiksi. Jos ihminen ohjelmoi tietokoneen uudelleen suorittamaan osia päätehtävästä, tällaisia koneita kutsutaan teleroboteiksi. (Sheridan, 2016)

Kolmantena toimialueena on automatisoidut ajoneuvot, joissa matkustajana on ihminen. Näihin kuuluu mukaan lukien automatisoidut maantie- ja raideajoneuvot sekä kaupalliset lentokoneet. (Sheridan, 2016)

Neljäntenä on ihmisen ja robotin välinen sosiaalinen vuorovaikutus, mukaan lukien robottilaitteet, jotka tarjoavat viihdettä, opetusta, mukavuutta ja apua lapsille ja vanhuksille, autisteille ja vammaisille. Näitä robotteja olemme käsitelleet tarkemmin tässä työssä. (Sheridan, 2016)

5 ROBOTIIKAN HYÖDYT JA HAITAT TERVEYDENHUOLLOSSA

Tällä hetkellä on menossa niin sanottu neljäs teollinen vallankumous, jossa teollisuutta ja eri aloja ympäri maailmaa muutetaan käyttämällä erilaisia toisiinsa liitettyjä robottisovelluksia. Nämä ovat todistetusti lisänneet tuottavuutta ja resurssitehokkuutta. Näiden syiden takia myös terveydenhuolto on kiinnostunut lisäämään robotiikkaa sairaanhoitoon, tarkoituksena parantaa hoidon laatua, turvallisuutta ja samalla hallita menoja. (Cresswell & Cunningham-Burley & Sheikh, 2018)

Tällä hetkellä terveydenhuollossa robotit ovat alkaneet korvata ihmisen yksittäisiä työtehtäviä robottikyvyillä. Tällaisia ovat esimerkiksi tarkkuus (esim. kirurgiset robotit), logistiset ja mekaaniset tehtävät (esim. palvelurobotit) ja monimutkaiset kognitiiviset tehtävät (esim. kuntoutusrobotit). (Cresswell & Cunningham-Burley & Sheikh, 2018)

Robottien käyttöönotto terveydenhuollossa todennäköisesti lisääntyy tulevaisuudessa teknologisten valmiuksien, kustannusten alenemisen ja kustannusten hillitsemiseen kohdistuvien paineiden vuoksi. (Cresswell & Cunningham-Burley & Sheikh, 2018)

Hoivarobotteja voidaan hyötynä hoivatyön ammattilaisen apuna, jolloin ne voivat tehostaa ajankäyttöä, säästää hoitajien aikaa ja helpottaa työtehtävien ajallista organisointia. Erilaisten sovelluksien ja laitteiden käytön uskotaan auttavan hoivatyön johtamista, organisointia ja työn toteuttamista siten, että hoivatyön tekijöille jää enemmän aikaa työn ydinsisältöön, joita ovat asiakaslähtöinen hoiva ja asiakkaan empaattisen kohtaamiseen. Parhaimmillaan robotit pystyvät rytmittämään, tehostamaan ja sujuvoittamaan hoitajien työtä. (Saari & Koivisto & Koskela & Käsälä & Rydman & Turunen, 2022)

Haasteena roboteissa vielä tänä päivänä on se, että ne ovat hyvin erikoisia laitteita uusissa käyttökohteissa. Valmistajien on ymmärrettävä niiden sosiotekniset haasteet. Näitä haasteita lähestytään huomioimalla sosiaaliset ympäristöt, tekniset tekijät ja kuinka nämä muokkaavat toisiaan ajan kuluessa. Sairaalat ja julkiset tilat ovat edelleen

vieraita paikkoja tavata robotteja, joten näissä ympäristöissä erityisesti tulee huomioida sosiotekniset näkökulmat. (Cresswell & Cunningham-Burley & Sheikh, 2018)

Terveydenhuollossa luottamus ja hyväksyntä on hyvin tärkeässä roolissa. Jos robotista tulisi täysiaikainen hoitaja, haasteena tulisi olemaan luottamukselliset ongelmat. Robottien vastatessa hoidosta ne eivät pysty luomaan samanlaista sosiaalista kohtaamista kuin ihminen ihmiselle. Tämä voi heikentää asiakkaan luottamusta hoitoon ja epäillä hoidon onnistumista. Tarvitaan siis selkeä vetovastuu hoitajalle. (Cresswell & Cunningham-Burley & Sheikh, 2018)

6 KORVAAKO ROBOTIT IHMISEN HOIVATYÖSSÄ?

Robottien käyttö on yleistynyt jo nyt hoivatyössä ja tulee luultavasti yleistymään, mutta omasta näkökulmasta ne eivät koskaan tule korvaamaan ihmistä. Kuitenkin hoivarobotteja varmasti tullaan hyödyntämään yhä enenemissä määrin.

Osa hoitajista kokee, että hoivarobotiikka on ristiriidassa työn eettisten standardien kanssa. Hoitajat myöntävät, että robotiikkaa ja tekniikkaa tarvitaan hoitotyön avuksi, esimerkiksi potilaiden siirtämiseen sekä muiden painavien kuormien nosteluun. Potilaiden viihde- ja virkistyskäyttöön suunnatut robotit eivät kuitenkaan innosta hoitajia. Heidän mielestään vuorovaikutus sekä potilaan empaattinen ja arvostava kohtaaminen ovat hoitoalan tärkeimpiä ydinarvoja. Tästä syystä osa hoitajista kokee robotiikan olevan ristiriidassa työn eettisten arvojen kanssa. (Brander, 2022)

Hoivarobotteja kohtaan asenteet ovat kuitenkin kääntyneet myönteisemmiksi ja vuonna 2016 ja 2020 tehdyistä tutkimuksista onkin huomattu selkeää edistystä myönteisempään suuntaan. Hoitajille on luultavasti selvinnyt tutkimusten välillä, että hoivaroboteissa kyseessä ei ole ihminen ja inhimillisen hoivan korvike, vaan apuväline. (Brander, 2022)

Hoivaroboteista voikin olla paljon apua hoitajien fyysisissä töissä, logistiikassa sekä itsenäisemmän elämän mahdollistamisessa. Fyysisten töiden helpottaminen vähentää huomattavasti hoitajien kuormitusta työtehtävissä. Kun taas itsenäisyyttä edistävät laitteet vähentävät hoitajien päivittäistä kiirettä, kun joka paikkaan ei tarvitse ehtiä. Itsenäisyyttä edistävät laitteet aktivoivat myös ikäihmistä omatoimisuuteen ja pitää näin aivot virkeänä. (Brander, 2022)

Vanhukselle oman toimintakyvyn heikkeneminen on hankala hyväksyä, jolloin hoivarobottien käyttö hoitotyössä pitäisi olla aina kohdennettua. Tällöin pystytään ottamaan huomioon kunkin potilaan tarpeet ja toiveet. (Larmala & Mihluha & Honni & Lamponen, 2021)

7 YHTEENVETO

Kandidaatintyön tarkoituksena oli laatia kirjallisuuskatso hoivaroboteista. Työssä käytiin läpi mitä tekoäly, koneoppiminen ja HRI ovat ja miten ne liittyvät hoivarobottiikkaan ja miten niitä hyödynnetään siinä. Työssä käsiteltiin myös laajasti erilaisia robotteja, joita on käytössä hoivakodeissa sekä kotihoidossa. Lopuksi käsiteltiin hoivarobottien hyötyjä ja haittoja sekä tuleeko hoivarobotit korvaamaan ihmisen.

Hoivarobotteja on jo tällä hetkellä monia erilaisia, mutta niiden kehitys on vielä hyvin alussa. Tekoälypohjaisten robottien kehitystä on ollut jo useamman vuosikymmenen ajan, mutta niiden nousu käyttötasolle on ollut hidasta.

Yleistymiseen on vaikuttanut luultavasti ihmisten ennakkoluulot ja tietämättömyys robotiikan hyödyistä ja käyttömahdollisuuksista. Mutta siihen on myös vaikuttanut vielä vasta kehitysvaiheessa olevat laitteet.

Tulevaisuudessa terveyden huollossa ja erityisesti hoivatyössä hoitajien tukena tullaan varmasti näkemään lisääntyvässä määrin erilaisia logistiikkarobotteja, lääkkeidenannostelurobotteja sekä muita asiakaspalvelurobottien tyyppisiä hoivarobotteja. Näitä on jo jonkin verran käytössä, mutta suurta huomiota ne eivät ole vielä saaneet.

Hoivarobottiikassa on eettinen näkökulma. Onko hoivarobottiikka oikein hoivatyössä? Esimerkiksi, jos hoitaja on aikaisemmin ollut vanhuksen ainoa kontakti ihmisiin viikon aikana, mitä käy, jos se korvataan robotilla? Tästä hoitajat ovat olleet hyvin huolissaan, ja sitä on pitänyt pohtia paljon. Heille on pitänyt selventää, että robotti ei tule korvaamaan ihmistä, vaan se tulee hoitajien avuksi hoitamaan yksinkertaisia juoksevia tehtäviä.

Erityyppisten robottien ansiosta hoitajien työkuorma tulee vähentymään ja resurssit riittävät paremmin hoitajan läsnäoloa vaativien tehtävien suorittamiseen. Hoivarobottien ansiosta myös vanhusten itsenäinen elämä säilyy pidempään ja näin pitää toimintakykyä yllä ja aivot virkeämpänä.

Hoivatyössä tulee aina olemaan tehtäviä, joita robotti ei pysty suorittamaan tai se ei ole kustannustehokasta.

Tulevaisuudessa roboteista onkin tulossa osa ihmisten normaalia arkea ja sosiaalista elämää. Tulevina vuosia robotteja voidaan hyödyntää vielä enemmän vanhusten hoidossa ja muissa sosiaalisissa kohtaamisissa, kuten koulunkäynnin avustajana. Niiden lisääminen hoivatyöhön tulee todennäköisemmin olemaan helpompaa ennakkoluulojen ja paremman robottien tutustumisen ansiosta.

LÄHDELUETTELO

Aethon, (2018). Change Healthcare, *Aethon*, [Mobile Robots for Healthcare - Pharmacy, Laboratory, Nutrition and EVS \(aethon.com\)](#) [Luettu 13.3.2023]

Aethon (2018) Product, TUG door. [TUG Autonomous Mobile Robots for Healthcare and Hospitality \(aethon.com\)](#) [Luettu 13.3.2023]

Auxivo (2022) Product, LiftSuit. <https://www.auxivo.com/product-page/auxivo-liftsuit> [Luettu 14.3.2023]

Auxivo, (2022). Products. <https://www.auxivo.com/liftsuit> [Luettu 14.3.2023]

Borana, J. (2016). Applications of Artificial Intelligence & Associated Technologies. *Proceeding of International Conference on Emerging Technologies in Engineering, Biomedical, Management and Science*. [Luettu 17.3.2023]

Brander, J. (2022) Hoivarobotiikka auttaa, mutta ei korvaa ihmistä. Tampereen yliopisto. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:H2y8IpF9Dm0J:https://www.tuni.fi/unit-magazine/artikkelit/hoivarobotiikka-auttaa-mutta-ei-korvaa-ihmista&cd=1&hl=fi&ct=clnk&gl=fi> [Luettu 4.1.2023]

Cresswell, K., Cunningham-Burley, S., & Sheikh, A. (2018). Health Care Robotics: Qualitative Exploration of Key Challenges and Future Directions, *J Med Internet* (Vol 20, No 7) <https://www.jmir.org/2018/7/e10410> [Luettu 29.3.2023]

Evondos, (2022). Itsenäisyytesi tueksi, <https://www.evondos.fi/> [Luettu 15.3.2023]

Evondos, (2023). Robotti ohjaa lääkkeiden oikeaan ottamiseen, <https://www.evondos.fi/palvelumme/kunnat-ja-kuntayhtymat/palvelunkuvaus.html> [Luettu 16.3.2023]

Hensechl, A., Hortensius, R., & Cross, E., S., (2020) Social Cognition in the Age of Human – Robot Interaction, Trends in Neurosciences. (Vol 43, Issue 6, pp.373-384) <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.03.013> [Luettu 17.3.2023]

Hilti, EXO-O1 Ylävartalon eksoskeleton, https://www.hilti.fi/c/CLS_EXOSKELETON_HUMAN_AUGMENTATION/CLS_UPPERBODY_EXOSKELETON/CLS_SUB_UPPERBODY_EXOSKELETON/r11987306#nav%2Fclose [Luettu 14.3.2023]

HRI: ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction <https://dl.acm.org/conference/hri> [Luettu 26.2.2023]

Innohoiva, Paro-hyljerobotti <https://www.innohoiva.fi/> [Luettu 20.2.2023]

Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. Machine learning and deep learning. *Electron Markets* 31, 685–695 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2> [Luettu 6.4.2023]

Kalinowska, A., Pilarski, P., & Murphey T.D., (2023). "Embodied Communication: How Robots and People Communicate Through Physical Interaction". *Annual Review of Control, Robotics and Autonomus Systems*. 6(1): 205.232 doi: [10.1146/annurev-control-070122-102501](https://doi.org/10.1146/annurev-control-070122-102501) [Luettu 17.3.2023]

Kannan, P., V. Research Analyst, Frost & Sullivan. Singapore. Artificial intelligence, *Applications in healthcare*. <https://www.asianhnm.com/technology-equipment/artificial-intelligence> [Luettu 4.3.2023]

Kaskimaa P. (2023). Tässäkö ratkaisu hoitajapulaan? Nämä sinisilmäiset ”juoksupojat” helpottavat sairaala-arkea, *Ilta-Sanomat*. [Robotit olivat ratkaisu hoitajapulaan yhdysvaltaissa sairaalassa - Ulkomaat - Ilta-Sanomat](https://www.iltasanomat.fi/robotit-olivat-ratkaisu-hoitajapulaan-yhdysvaltaissa-sairaalaissa-202304110010) [Luettu 11.4.2023]

Larmala, E., Mihuha, L., Honni, M., & Lamponen, N. (2021). Tappaako tekoäly hoivatyön inhimillisyyden?, *Robologi*, Metropolia.

<https://blogit.metropolia.fi/robologi/2021/11/18/tappaako-tekoaly-hoivatyon-inhimillisyyden/> [Luettu 6.4.2023]

Luotola, J. (2023). Hoivarobotti petti odotukse, *Insinööri-lehti*, <https://insinoori-lehti.fi/artikkelit/hoivarobotti-petti-odotukset/> [Luettu 13.3.2023]

MeWet-home, (2022). Exoskeletonit hoitotyön ergonomiaa tukemassa, *Sataedu huvinvointiteknologia*. <https://mewethome.com/2022/03/18/exoskeletonit-hoitotyon-ergonomian-tukemisessa/> [Luettu 14.3.2023]

Moravec, H., & Agassi, S., (2023). Robotics, Britannica. <https://www.britannica.com/technology/robotics> [Luettu 24.2.2023]

Pehkonen, I., Nevala, N., & Östring, E. Hoito- ja hoivatyö, Työterveyslaitos. <https://www.ttl.fi/oppimateriaalit/ergonomian-tietopankki/hoito-ja-hoivatyo> [Luettu 18.2.2023]

Pirinen, H. (2011). Hoivatyön tekijät ja sisällöt maaseudulla ja kaupungissa. Jyväskylän yliopisto. <https://www.sosnet.fi/loader.aspx?id=4a5f6d56-5dd2-4c54-8e2e-3ef5028e530d> [Luettu 27.2.2023]

Renwall, J. (2021) Vuorovaikutteinen pepper-robotti. Tervehtii asiakkaita. <https://www.tuni.fi/fi/ajankohtaista/hoivarobotiikan-tiekartta-antaa-suunnan-hoitoalan-teknologiakehitykselle> [Luettu 26.2.2023]

Renwall, J. (2022) Tampereen yliopisto, robottikamera <https://www.tuni.fi/unit-magazine/artikkelit/hoivarobotiikka-auttaa-mutta-ei-korvaa-ihmista> [Luettu 23.2.2023]

Saari, E., Koivisto, T., Koskela, I., Känsälä, M., Rydman, V., & Turunen, J. (2022). Enemmän aikaa empatialle?, Hoivatyön teknologiavälitteinen viestintä ja työhyvinvointi, *Työterveyslaitos*. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/145000/TTL-978-952-391-022-5.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Luettu 4.3.2023]

Shai S. S., & Shai B. D., (2014). *Understanding Machine Learning, From Theory to Algorithms*, Cambridge University Press.

<http://www.cs.huji.ac.il/~shais/UnderstandingMachineLearning> [Luettu 7.4.2023]

Sheridan, T., B. (2016). *Human–Robot Interaction: Status and Challenges*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge. Vol. 58, No. 4, June 2016, pp. 525–

532 <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0018720816644364> [Luettu 27.3.2023]

SoftBank Robotics. For better business just add Pepper, *SoftBank Robotics*.

<https://us.softbankrobotics.com/pepper> [Luettu 13.3.2023]

Thiebes, S., Lins, S., & Sunyaev, A. Trustworthy artificial intelligence. *Electron*

Markets 31, 447–464 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00441-4> [Luettu 6.4.2023]