



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Hannu Honkanen

Ohjeistus opetusympäristössä toimivan robotin ulkonäön suunnitteluun

Tekniikan ja innovaatiojohtami-
sen yksikkö
Tietojärjestelmätiede
Pro gradu -tutkielma

Vaasa 2023

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen yksikkö**

Tekijä:	Hannu Honkanen		
Tutkielman nimi:	Ohjeistus opetusympäristössä toimivan robotin ulkonäön suunnitteluun		
Tutkinto:	Kauppateiden maisteri		
Oppiaine:	Tietojärjestelmätiede		
Työn ohjaaja:	Rebekah Rousi ja Laura Havinen		
Valmistumisvuosi:	2023	Sivumäärä:	79

TIIVISTELMÄ:

Robotiikka on kehittynyt ajansaatossa teollisuusympäristöissä käytetyistä roboteista kohti älyrobotteja, jotka toimivat itsenäisesti, kykenevät keräämään tietoa, havainnoimaan ja toimimaan samassa ympäristössä ihmisen kanssa sekä kommunikoidaan ihmisen ja ympäristön kanssa. Ihmisen ja robotin välisen vuorovaikutuksen (eng. *human-robot interaction, HRI*) tutkimusalue pyrkii ymmärtämään, suunnittelemaan ja arvioimaan robottisysteemiä, jota ihminen käyttää. Yksi merkitsevä tekijä ihmisen ja robotin vuorovaikutuksessa on robotin ulkonäkö. Lisäksi teknologian ja opetusinfrastruktuurin kehitys on johtanut siihen, että nykypäivän oppimisympäristössä on mahdollista hyödyntää erilaisia robotteja eri opetusmenetelmissä ja rooleissa.

Tämän pro gradu -tutkimuksen tavoitteena on selvittää kuinka robotin ulkonäkö vaikuttaa ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen (HRI) oppimistilanteessa opiskelijan näkökulmasta. Tavoitteen saavuttamiseksi työssä käytettiin suunnittelutieteellistä tutkimusmenetelmää ja -prosessimallia, jonka seurauksena syntyi IT-artefakti eli suunnitteluohje. Suunnitteluohjeen avulla voidaan suunnitella robotin ulkonäkö opetusympäristöön. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys sisältää johdattelun ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen sekä siihen vaikuttavista tekijöistä. Erityisesti viitekehys kohdistuu robotin ulkonäön merkityksestä edellä mainittuun vuorovaikutukseen. Tämän lisäksi teoreettisessa viitekehyksessä tutustutaan jo opetuskäytössä käytettyjen robottien ulkonäköön ja rooleihin, joita kyseiset robotit ovat suorittaneet opetusympäristössä.

Suunnitteluohjetta varten on kerätty aineistoa opiskelijahaastatteluin ($n=10$) ja aikaisemmista tutkimuksista, joissa on käytetty robotteja opetusympäristössä. Aikaisemmissa opetusroboteihin liittyvissä tutkimuksissa käytetyt robotit ovat eronneet ulkonäöllisesti toisistaan. Myös opiskelijahaastattelussa ilmeni, että erilaisiin opetustilanteisiin kuvaillut robotit erosivat ulkonäöllisesti toisistaan, vaikka ne sisälsivät myös yhtäläisyyksiä muihin opetustilanteisiin kuvattujen robottien kanssa. Opiskelijahaastatteluiden perusteella merkittävimpinä ulkoisina ominaisuuksina opetusmenetelmästä riippumatta opetusroboteille nähdään yläruumiin raajat, kuten pää, kasvot ja kädet, joiden tulee toimia osana opiskelijan ja robotin välistä vuorovaikutusta. Myös puhe nähdään merkittävänä tekijänä vaikkakin se ei suoraan ole osa robotin ulkonäköä. Merkittävin eroavaisuus robottien ulkonäölle ja kyvyille opetusmenetelmien välillä oli liikkeen puuttuminen eri robottien välillä. Kirjallisuudesta on mahdollista huomata, että liialliset ihmispiirteet robotissa voi aiheuttaa ihmisissä robottia välttävää käytöstä. Tämä havainto voidaan osittain myös todentaa opiskelijoiden kuvailemien robottien avulla. Tutkimuksen tuloksena syntyy 7 vaiheinen suunnitteluohje, jota demonstroidaan luomalla prototyyppi opetusrobotista.

AVAINSANAT: robotit, sosiaaliset robotit, antropomorfismi, ulkonäkö, opetus

Sisällys

1	Johdanto	7
1.1	Tutkimuksen tavoite ja rajaus	8
1.2	Tutkimusmenetelmä	9
1.3	Tutkielman rakenne	10
2	Ihmisen ja robotin välinen vuorovaikutus	11
2.1	Robotti käsitteenä	11
2.2	Robottipsykologia	17
2.3	Outolaaksoteoria	20
2.4	Robotin ulkonäkö	23
2.4.1	Antropomorfismi	25
2.4.2	Robotin ulkonäön vaikutus ihmisten odotuksiin	26
3	Robotti opetusympäristössä	29
3.1	Opetuksessa käytetyt robotit	30
3.2	Robotin rooli opetustilanteessa	32
4	Suunnittelutieteellinen tutkimus	36
4.1	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat	37
4.2	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen syklit	39
4.3	Suunnittelutieteellinen tutkimusprosessi	42
4.4	Tutkimussuunnitelma ja kehitysprosessi	45
4.5	Haastattelu aineistonkeruumenetelmänä	48
5	Tutkimuksen toteutus	50
5.1	Ongelman tunnistaminen ja motivointi	50
5.2	Tavoitteiden asettaminen	51
5.3	Artefaktin kehitys	51
5.3.1	Opiskelijahaastattelut	51
5.3.2	Artefaktin kehittäminen	57
5.4	Demonstraatio	61

5.5 Viestintä	67
6 Diskussio	68
Lähteet	71

Kuviot

Kuvio 1. Robotiikan evoluutio (Haidegger ja muut, 2013)	12
Kuvio 2. Robottipsykologian käsitteen muodostaminen (Stock & Nguyen, 2019).	18
Kuvio 3. Outolaaksoteoria (Mori ja muut, 2012).	21
Kuvio 4. Tietojärjestelmätutkimuksen viitekehys (Hevner ja muut, 2004)	39
Kuvio 5. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen tutkimussyklit (Hevner, 2007, s. 88).	40
Kuvio 6. Tarkistuslistan kysymykset sijoitettuna suunnittelutieteen tutkimussykleihin.	41
Kuvio 7. DSRM-prosessimalli (Peffers ja muut, 2007).	42
Kuvio 8. DSRM-prosessimalli tässä tutkimuksessa.	46
Kuvio 9. Opetusrobotin prototyyppi etuviistosta.	63
Kuvio 10. Opetusrobotin prototyyppi takaviistosta.	64
Kuvio 11. Opetusrobottiprototyypin pää ja kasvat.	65
Kuvio 12. Opetusrobotin prototyyppi edestä	66
Kuvio 13. Opetusrobottiprototyypin pohja, jossa näkyy liikkumiseen tarkoitetut renkaat.	66

Taulukot

Taulukko 1. Robotin valinta liittyen oppiaineeseen ja tietojenkäsittelyssä tarvittavien tietojen välillä (mitä tummempi solu sitä enemmän tarvitaan tietojenkäsittelytaitoja/vuorovaikutusta robotin kanssa).	31
Taulukko 2. Yleiskatsaus tutkimuksiin, joissa on käytetty sosiaalisia robotteja luokkahuoneessa.	33
Taulukko 3. Esimerkkejä tapaustutkimuksista opetusrobottien eri rooleista.	34
Taulukko 4. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat.	37
Taulukko 5. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen tarkastuslistan kysymykset.	38
Taulukko 6. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivojen toteutus tässä tutkimuksessa	45
Taulukko 7. Robotin ulkomuotomäärittelmä ja kuva robotista.	52

Taulukko 8. Opiskelijoiden valitsemat robotit.	53
Taulukko 9. Haastatteluaineisto jaoteltuna osa-alueittain.	55
Taulukko 10. Opiskelijoiden kuvailemia robotin päitä ja kasvon piirteitä.	56

1 Johdanto

Robottien käyttö nyky-yhteiskunnassa on yhä näkyvämpää ja arkipäiväisempää. Olet saattanut lukea uutisista tai kokea, kuinka Alepa-robotti kuljettaa ruokaostokset kaupasta kotiin, robotti-imuri hoitaa siivouksen, robottiruohonleikkuri leikkaa nurmikon, tai nähdä, kuinka siivousrobotti pitää kaupan puhtaana (Huotari, 2021; Lassila & Tikanoja, 2022; Pulkkila 2022; Tervola, 2022).

Sosiaaliset robotit ovat autonomisia fyysisiä ilmentymiä, jotka kykenevät kommunikoimaan ihmisten kanssa sosiaalisten käytöstapojen myötä erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa (Reeves ja muut, 2020). Robotin suorittamat sosiaaliset roolit vaihtelevat opetuksesta lastenhoitoon ja lelusta vanhuksen seuralaiseksi sekä erilaisiin tilanteisiin kotona, työympäristössä ja julkisilla paikoilla (Ahmad ja muut, 2017; de Graaf ja muut, 2015; Fong ja muut, 2003; Fridin, 2014; Reeves ja muut, 2020). Sosiaalisen robotin ulkonäkö voidaan suunnitella ihmisenkaltaisia ominaisuuksia, piirteitä ja liikkumiskykyä hyödyntäen. Sosiaalinen robotti myös ohjelmoidaan siten, että se käyttäytyy auttavaisesti erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa niin, että ihminen, joka on vuorovaikutuksessa robotin kanssa voi tuntea tuttavallisuutta, miellekyyttä ja jopa tunneyhteyttä robotin kanssa. (Reeves ja muut, 2020)

Belpaeme ja muut (2018) toteavat, että sosiaalisilla roboteilla on mahdollisuus olla osa opetusinfrastruktuuria siinä missä nykyään ovat paperi, valkotaulut, tabletit ja tietokoneet. Sosiaalisella robotilla on potentiaalia tarjota räätälöity oppimiskokemus oppijalle tukemalla ja haastamalla oppijaa erilaisilla tavoilla, jotka eivät ole mahdollisia nykyisissä resurssirajoitetuissa koulutusympäristöissä.

Robotteja on käytetty ja tutkittu oppimistilanteissa ja -ympäristöissä eri rooleissa ja käyttötarkoituksissa (Belpaeme ja muut, 2018; Edwards ja muut, 2016; Shiomi ja muut, 2015). Myös robotin ulkonäön vaikutusta ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen on tutkittu, mutta robotin ulkonäön vaikutusta korkeakouluopiskelijan ja robotin välisessä vuorovaikutuksessa oppimistilanteessa ei ole juuri tutkittu.

Konijn ja muut (2020) toteavat, että robotin ja ihmisen vuorovaikutuksen tutkimisessa on tärkeää tutkia mitkä ihmisen kaltaisen robotin ominaisuudet ovat tärkeimpiä tarkasti määriteltyihin vuorovaikutustilanteisiin. He mainitsevat esimerkkinä, että mitkä piirteet tai ominaisuudet sopivat tiettyyn oppiaineeseen ja miten nämä piirteet ja ominaisuudet eroavat eri oppiaineiden välillä. Phillips ja muut (2017) toteavat myös, että ihmisten odotusten ymmärtäminen robotin ulkonäöstä on kriittistä oikean robottisuunnittelun kannalta. Tämä edistää onnistunutta ihmisen ja robotin välistä vuorovaikutusta, joka lisää robottien hyväksyntää yhteiskunnassa.

Robotteja on käytetty opetuksessa erilaisissa rooleissa. Tutkimuksissa käytetyt robotit ovat sosiaalisia robotteja, jotka kykenevät toimimaan erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa (Belpaeme ja muut, 2018; Davison ja muut, 2020; Konijn ja muut, 2020; Shiomi ja muut, 2015). Opetuskäytössä käytettyjä robotteja ei ole kuitenkaan suunniteltu suoraan opetusta tai opetuskäyttöä varten, vaan niitä on käytetty myös muuhun tarkoitukseen (Leite ja muut, 2013; Rosanda & Istenic Starcic, 2020).

1.1 Tutkimuksen tavoite ja rajaus

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää kuinka robotin ulkonäkö vaikuttaa ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen (HRI) oppimistilanteessa opiskelijan näkökulmasta. Tutkimuskysymyksenä ja samalla tutkimusongelmana tässä tutkimuksessa on millaiseksi korkeakouluopiskelijat kuvailevat opetuskäyttöön tarkoitettua robotin? Tämän tutkimuksen tuloksena syntyy suunnitteluohjeistus opetuksessa käytettävän (sosiaalisen) robotin ulkomuodon suunnitteluun.

Tutkimuksen tavoitteen saavuttamiseksi tässä työssä hyödynnetään ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen liittyvää kirjallisuutta, joka pohjautuu aiempaan tutkimukseen aiheesta. Aiemman tutkimuksen avulla saadaan kuvailtua ne avainasiat, jotka vai-

kuttavat ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen ja miten robotin ulkomuoto vaikuttaa näiden kahden osapuolen vuorovaikutukseen. Tutkimuskysymykseen liittyen haastatellaan opiskelijoita, jonka aikana heitä pyydetään kuvailemaan opetuskäyttöön tarkoitettun robotin ulkomuoto.

Tutkimustyön tuloksena syntyy suunnitteluohjeistus, jonka avulla voidaan toteuttaa robotin ulkonäkö korkeakoulussa käytettyihin opetusmenetelmiin. Tutkimus rajataan opetuksessa käytettäviin robotteihin.

1.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimus toteutetaan suunnittelutieteellisenä tutkimuksena. Tutkimusmenetelmänä käytetään Peffersin ja muiden (2007) esittelemää suunnittelutieteellistä DSRM (engl. *Design Science Research Methodology*) -mallia. DSRM -malli on suunnittelutieteelliselle tutkimukselle yleisesti hyväksytty kehys, johon sisältyy yhteensä kuusi eri vaihetta. Mallia ei kuitenkaan Peffersin ja muiden (2007) mukaan tarvitse noudattaa täsmällisesti, joten tässä tutkimuksessa suoritetaan neljä ensimmäistä sekä viimeinen vaihe. Nämä vaiheet ovat 1) ongelman tunnistaminen ja motivointi, 2) tavoitteiden asettaminen, 3) suunnittelu ja kehitys, 4) demonstrointi ja 5) viestintä.

Tutkimuksessa käytettävä aineisto kerätään opiskelijahaastatteluiden avulla. Aineisto on rajattu korkeakouluopiskelijoihin, koska tutkimusastelemassa käytetty oppimistilanne ja -ympäristö on suunniteltu Vaasan yliopistossa koetun opiskelun perusteella. Haastatelluaineisto analysoidaan luvussa 5.3.1. Tutkimusmenetelmä kokonaisuudessaan kuvataan tarkemmin luvussa 4 ja sen alaluvuissa.

1.3 Tutkielman rakenne

Kuten edellisessä alaluvussa mainittiin, tutkimusmenetelmänä käytetään Peffersin ja muiden (2007) esittelemää suunnittelutieteellistä prosessi mallia. Tämä prosessimalli määrittää myös tutkielman rakennetta.

Tutkielman rakenne koostuu johdannosta, kirjallisuuskatsauksesta/teoreettisesta viitekehystä, tutkimusmenetelmän kuvailusta ja aineiston hankinnasta ja analysointimenetelmästä, artefaktin toteutuksesta ja demonstroinnista ja viimeisenä pohdinnasta. Luvut 2 ja 3 sisältävät teoreettisen viitekehksen, joka pohjautuu kirjallisuuskatsaukseen ihmisen ja robotin välisestä vuorovaikutuksesta ja siihen vaikuttaviin tekijöihin sekä opetustarkoitukseen käytetyistä roboteista. Luku 4 sisältää tutkimuksessa käytetyn suunnittelutieteellisen tutkimusmenetelmän läpikäynnin ja suunnittelutieteellisen prosessimallin sekä aineistonkeruumenetelmän. Luvussa 5 toteutetaan suunnittelutieteellinen prosessi ja kuvataan IT-artefaktin toteutus sekä demonstraatio. Luku 6 sisältää diskussion.

2 Ihmisen ja robotin välinen vuorovaikutus

Tässä luvussa käsitellään ihmisen ja robotin välistä vuorovaikutusta. Goodrich ja Schultz (2007) määrittelevät, että ihmisen ja robotin välisen vuorovaikutuksen (HRI) tutkimusalue pyrkii ymmärtämään, suunnittelemaan ja arvioimaan robottisysteemiä, jota ihminen käyttää. Heidän mukaan vuorovaikutuksella tarkoitetaan ihmisen ja robotin välistä kommunikaatiota. Vuorovaikutus voidaan jakaa kahteen kategoriaan kommunikaation perusteella: 1) Etävuorovaikutukseen ja 2) välittömään vuorovaikutukseen. Etävuorovaikutuksessa robotti ja ihminen voivat olla erotettu toisistaan avaruudellisesti tai jopa ajallisesti. Esimerkkinä tällaisesta robotista, joka on erotettu tilallisesti ja ajallisesti on Mars Rover (Nasa, n.d.). Välittömällä vuorovaikutuksella tarkoitetaan tilannetta, jossa robotti ja ihminen sijaitsevat samassa tilassa, esimerkiksi palvelurobotit.

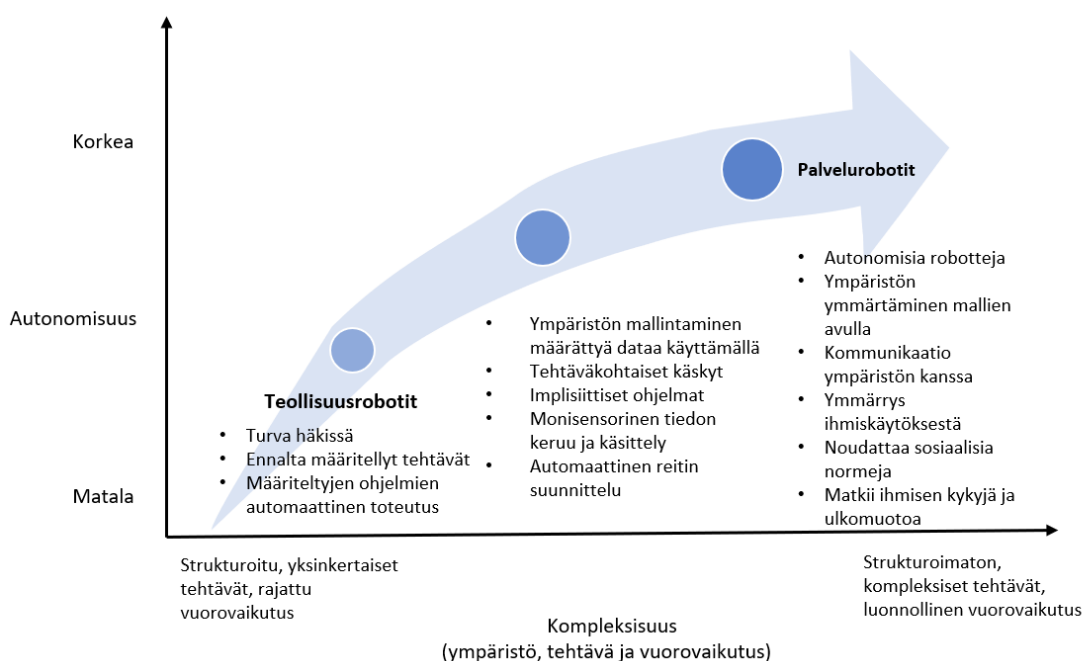
Tämän luvun ensimmäisessä alaluvussa johdatellaan robotiikan kehitykseen ja määritellään käsitteet sosiaalinen- ja palvelurobotti ja niiden eroavaisuudet. Ihmisen ja robotin välinen vuorovaikutus on monitieteellinen tutkimusala, joten tässä luvussa käydään läpi yleisellä tasolla mitkä tekijät vaikuttavat tähän vuorovaikutukseen. Luvun lopussa selvennetään, kuinka robotin ulkonäkö vaikuttaa ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen.

2.1 Robotti käsitteenä

Robotti käsitteellä on pitkä ja rikas historia. Käsite ilmestyi aluksi fiktiivisessä kirjallisuudessa ja myöhemmin oikeina koneina. ISO 8373:2021 -standardin (2022) mukaan robotti on ohjelmoitu käyttömekanismi, jolla on autonomian aste liikkumisen, manipulaation ja asemoinnin suorittamiseksi. ISO 8373:2021 -standardi määritelmän mukaan autonomialla tarkoitetaan robotin mahdollisuutta suorittaa aiottu tehtävä pohjautuen robotin sen hetkiseen tilaan ja havaintoihin ilman, että ihmisen täytyy puuttua robotin toimintaan. Lisäksi robotti sisältää hallintajärjestelmän, jonka avulla voidaan tarkkailla ja hallita ro-

botin käytöstä, vuorovaikutusta ja kommunikaatiota muiden samassa ympäristössä olevien ihmisten ja/tai objektien kanssa. Bartneck ja muut (2020) toteavat myös, että ihmiset ovat pohtineet ihmisen ja robotin välistä suhdetta ja miten ne voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään.

Alho ja muut (2018) kuvailevat kuinka robotit ovat kehittyneet ajansaatossa teollisuusympäristöissä käytetyistä roboteista kohti älyrobotteja, jotka toimivat itsenäisesti, kykenevät keräämään tietoa, havainnoimaan ja toimimaan samassa ympäristössä ihmisen kanssa sekä kommunikoimaan ihmisen ja ympäristön kanssa. Heidän mukaansa tämä kehitys mahdollistaa, että roboteille voidaan antaa monimutkaisempia ja strukturoimattomampia tehtäviä suoritettavaksi.



Kuvio 1. Robotiikan evoluutio (Haidegger ja muut, 2013)

Yleisesti ottaen 1960-1990 -lukujen aikana robotteja käytettiin teollisuuden tarpeisiin valmistavassa teollisuudessa (Haidegger ja muut, 2013; Goodrich & Schultz, 2007). Sprenger ja Mettler (2015) toteavat, että alun perin robotit tarkoittivat automaatiota te-

ollisessa kontekstissa. Haidegger ja muut (2013) toteavat, että nykypäivän teollisuusrobotit ovat kehittyneet monipuolisemmiksi ja joustavammiksi ihmisen kanssa tehtävän yhteistyön seurauksena. Haidegger ja muut (2013) jatkavat, että nykyään roboteilla on mahdollisuuksia ja elinvoimaa muillakin aloilla kuten ihmisten auttamisessa ja seurana sekä hoitamisessa. Tällaisia robotteja, jotka kykenevät suoriutumaan terveydenhuollon tehtävistä sekä ihmisen henkilökohtaisena apuna käytetään heidän mukaan nimitystä palvelurobotti. Heidän mukaan palvelurobotit työskentelevät ihmisen elinympäristössä ja ilmaisevat älykästä käyttäytymistä sekä kykenevät suoriutumaan niille osoitetuista tehtävistä. Robottievoluution historiassa palvelurobotteja voidaan pitää omana haaranaan.

Prestes ja muut (2013) määrittelevät, että teollisuus- ja palvelurobotin ero perustuu käyttötarkoituksialueeseen ja ihmiskäyttäjän läheisyyteen. Myös Sprenger ja Mettler (2015) määrittelevät palvelurobotin ja teollisuusrobotin suurimmaksi eroksi kontekstin, jossa kyseinen robotti työskentelee. Heidän mukaan ero ei siis välttämättä ole robotissa. Sprenger ja Mettler (2015) antavat artikkelissaan esimerkin palvelurobotista, jonka vastuulla on sairaalan lattioiden puhdistus. Kyseisen robotin tulee kyetä navigoimaan automaattisesti sairaalassa ja reagoimaan ympäristössä tapahtuviin reaaliaikaisiin muutoksiin. Robotin tulee kyetä pysähtymään tai väistämään mikäli käytävällä tulee vastaan potilaita, lääkäreitä, muita ihmisiä tai käytävällä olevia kalusteita, kuten sairaalasänkyjä, jotka voivat blokata robotin reitin.

International Federation of Robotics (IFR, n.d.) mukaan palvelurobotit voidaan jaotella henkilökohtaiseen ja ammattikäyttöön. Nämä käyttökategoriat sisältävät useita eri muotoja ja rakenteita, kuten myös eri sovellusalueita. Tyypillistä sovellusalueille on, että ne ovat ainutlaatuisia ja ne sisältävät eri määrän autonomisuutta etäohjatuista operaatioista täysin autonomisiin operaatioihin.

Haidegger ja muut (2013) toteavat, että palvelurobotille on useita määritelmiä, joista mikään ei ole yleisesti hyväksytty johtuen palvelurobotille olennaisten ominaisuuksien

suuresta vaihtelevuudesta. He kokoavat artikkelissaan seitsemän eri määritelmää palveluroboteille. Näistä määritelmät 1-3 perustuvat IFR:n (2022) määritelmiin palvelurobotista ja määritelmät 4-7 perustuvat ISO 8373:2021 -standardien (2022) määritelmiin palvelurobotista.

Määritelmä 1. Palvelurobotti toimii osittain tai täysin itsenäisesti mahdollistaakseen ihmisten ja laitteiston hyvinvoinnin. Tähän määritelmään eivät kuulu teolliset tehtävät. Haideggerin ja muiden (2013) mukaan tämän määritelmän robotit voidaan määritellä palvelurobotiksi, mikäli teollinen robotti on sijoitettu sille tarkoittamattomaan ympäristöön. Esimerkkinä he mainitsevat, että teollisessa tarkoituksessa käytetty robottikäsi voi tarjoilla myös olutta ravintolassa.

Määritelmä 2. Palvelurobotti suorittaa hyödyllisiä tehtäviä ihmiselle tai laitteistoille. Tähän määritelmään eivät kuulu automaatiotehtävät (IFR, n.d.). Haidegger ja muut (2013) kommentoivat, että tässä määritelmässä ei korosteta autonomiaan liittyviä näkökohtia, kun robotti luokitellaan palvelurobotiksi. He jatkavat, että ISO-standardissa autonomia on määritelty minkä tahansa robotin luontaisena ominaisuutena.

Määritelmä 3. Robotti on ohjelmoitava aktiivinen mekanismi kahdella tai useammalla akselilla, joilla on oma itsenäisyysaste. Lisäksi robotti kykenee liikkumaan määritellyn ympäristön sisällä ja suorittamaan sille osoitettuja tehtäviä. Haidegger ja muut (2013) kuitenkin toteavat, että on vaikea määritellä mikä on tarkalleen ottaen autonomian minimimäärä, joka määrittelee aktiivisesta mekanismista robotin, koska autonomian asteesta ei ole selkeää määritelmää.

Määritelmä 4. Henkilökohtainen palvelurobotti on robotti, jota käytetään ei kaupallisiin tarkoituksiin kotikäytössä. Esim. robotti-imurit. (ISO 8373:2021, 2022)

Määritelmä 5. Ammattikäyttöinen palvelurobotti on robotti, jota käytetään kaupallisiin tarkoituksiin, jota ohjaa koulutuksen saanut käyttäjä. Esim. L&T siivousrobotti. (ISO 8373:2021, 2022)

Määritelmä 6. Ei-lääketieteellinen henkilökohtainen hoito robotti määritellään koneina, jotka suorittavat tehtäviä, joiden tarkoitus on suoraan parantaa ihmiselämän laatua. Tämän määritelmään eivät kuulu lääketieteelliset toimenpiteet.

Määritelmä 7. Lääketieteelliset robotit ovat lääketieteen sähköisiä laitteita ja systeemejä, joiden tarkoituksena on diagnosoida, hoitaa ja kuntouttaa potilaita sairaudesta. ISO 8373:2021 (2022) mukaan lääketieteellistä robottia ei kuitenkaan pidetä teollisena- tai palvelurobottina.

Haidegger ja muut (2013) ovat yhdistäneet aiempaa tietoa roboteista ja näin ollen jakanut robotit kolmeen luokkaan robottien ja ihmisen suhteen perusteella, koska heidän mukaansa ihmislähtöinen robotiikka tulee merkittävämmäksi. Nämä kolme luokka ovat seuraavat.

Luokka 1. Robotit, jotka korvaavat ihmisen työn likaisessa ja vaarallisessa ympäristössä sekä pitkäilliset työtehtävät kuten imuroinnin ja lääkityksen kuljetuksen.

Luokka 2. Robotit, jotka työskentelevät ihmisen välittömässä läheisyydessä helpottavana hyödykkeenä tai lisäämään mielekkyyttä, kuten viihteenä, vanhusten avustajana tai potilaiden hoitajana.

Luokka 3. Robotit, jotka tekevät toimenpiteet ihmiseen. Esim. lääketieteelliset robotit leikkauksessa, diagnosoinnissa, hoitamassa ja kuntoutuksessa.

Palvelurobotti ja sosiaalinen robotti voivat olla sama robotti, mutta palvelurobotilla ei edellä esitettyjen määritelmien mukaan tarvitse olla sosiaalisia taitoja. Sosiaaliset robotit ovat puolestaan autonomisia fyysisiä ilmentymiä, jotka kykenevät kommunikoimaan ihmisten kanssa sosiaalisten käytöstopojen myötä erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa (Reeves ja muut, 2020). Rosanda ja Istenic Stracic (2020) tarkentavat sosiaalisen robotin määritelmässään, että sosiaalinen robotti on kehitetty olemaan ihmistä vastaava osapuoli sekä kykenee toimimaan ihmisenkaltaisesti ja rooliltaan odotetulla tavalla sosiaalisessa vuorovaikutustilanteessa. Robotin suorittamat sosiaaliset roolit vaihtelevat ope- tuksesta lastenhoitoon ja lelusta vanhuksen seuralaiseksi sekä erilaisiin tilanteisiin ko- tona, työympäristössä ja julkisillapaikoilla (Ahmad ja muut, 2017; de Graaf ja muut, 2015; Fong ja muut, 2003; Fridin, 2014; Reeves ja muut, 2020). Reeves ja muut (2020) toteavat, että sosiaalinen robotti voidaan suunnitella ihmisenkaltaisten ominaisuuksien, koostu- muksen ja liikkuvuuden avulla. Sosiaalinen robotti myös ohjelmoidaan siten, että se käyt- täytyy oikein tai auttavaisesti erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa niin, että ihminen, joka on vuorovaikutuksessa robotin kanssa voi tuntea tuttavallisuutta, miellekkyttä ja jopa tunneyhteyttä robotin kanssa.

Kuitenkin Onyeulo ja Gandhi (2020) toteavat artikkelissaan, että sosiaalisen robotin mää- ritelmälle ei ole vakiintunutta määritelmää. He käyttävät omassa artikkelissaan sosiaali- sen robotin määritelmänä robottia, jolla on fyysinen keho matkiakseen ihmisen käyttäy- tymistä, ja robotti matkii käytökseltään sitä ympäröivää yhteisöä ja kulttuuria.

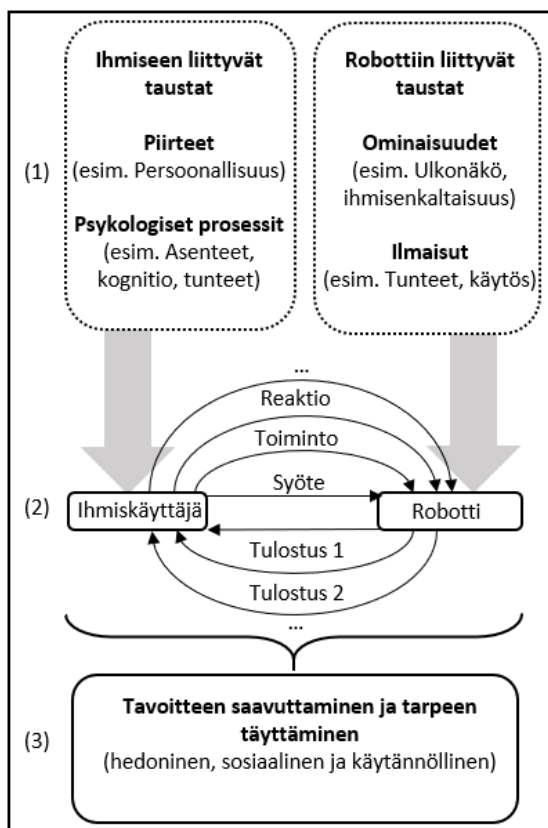
Bartneckin ja muiden (2020) mukaan sosiaalisia robotteja pidetään yhteiskunnallisina toimijoina, joilla on kulttuurinen merkitys ja joilla on voimakas vaikutus nykyajan ja tule- vaisuuden yhteiskuntiin. He toteavat kuitenkin, että ruumiillistettu robotti ei tarkoita ai- noastaan tietokonetta renkaiden tai jalkojen varassa. Ihmisten tulee ymmärtää kuinka suunnitella ruumiillistettu robotti, sekä ohjelmiston että laitteiston osalta, ja kuinka täl- lainen robotti vaikuttaa ihmisiin sekä mahdollisiin vuorovaikutustilanteisiin, joita robotti ja ihminen voivat kohdata.

2.2 Robottipsykologia

Stock ja Nguyen (2019) mukaan robottipsykologia tutkii robottien käytöksen psykologista merkitystä ja kuinka robotin käytös punoutuu yhteen fyysisen ja sosiaalisen ympäristön kanssa. Heidän määritelmän mukaan robottipsykologia pyrkii kaventamaan eroa teknillisorientoituneen tieteen ja sosiaalitieteen väliltä. He lisäävät, että robottipsykologia tavoittelee onnistunutta ja yhteensopivaa yhteistyötä ihmisen ja robotin välillä tekemällä ihmisestä tutkimuksen subjektin ja lisäämällä ihmisen arvot robottiin. Stock-Homburg (2022) mukaan robottipsykologia on määritelty monitieteelliseksi tieteenalaksi, joka tutkii ihmisen tunne-, kognitiivisia-, sosiaalisia- ja fyysisiä reaktioita ihmisen ja robotin välisessä vuorovaikutuksessa, joka sijoittuu fyysiseen ja sosiaaliseen ympäristöön.

Nass ja muut (1994) ovat tutkivat ihmisen ja tietokoneen välistä vuorovaikutusta ja havaitsivat, että ihmisen primitiiviset ilmaisut ovat vahvoja, sosiaaliset reaktiot ovat automaattisia ja tiedostamattomia tietokoneen ja ihmisen välisessä vuorovaikutuksessa. Lisäksi he havaitsivat, että sosiaalipsykologian löydökset ovat relevantteja myös ihmisen vastauksissa tietokoneelle, minkä lisäksi ihmisen ja tietokoneen välinen vuorovaikutus on sosiaalipsykologinen.

Robottipsykologian käsitteellistämismallin ytimenä toimii ihmisen ja robotin välisen vuorovaikutukseen osallistuvien osapuolten taustat. Robottipsykologia sisältää kolme eri tasoa, jotka ovat (1) yksilötaso, (2) vuorovaikutus-taso ja (3) lopputulos-taso. Kuviossa 2 on havainnollistettu robottipsykologian tasoja robottipsykologian käsitteellistämällä.



Kuvio 2. Robottipsykologian käsitteen muodostaminen (Stock & Nguyen, 2019).

Yksilötasolla robottipsykologiassa tarkastellaan ihmistä ja robottia erillään toisistaan ja vuorovaikutusosapuolten taustoja. Pääpaino tällä tasolla on käyttäytymismalleissa, kuten piirteissä, prosesseissa ja ominaisuuksissa. Vuorovaikutus-tasolla ihmisen ja robotin välillä on iteratiivinen vuorovaikutussuhde. Ihminen reagoi robotin ulosantiin kognitiivisesti, tunteillaan tai käytöksellään. Vuorovaikutussuhde jatkuu, kunnes kummankin osapuolen yhteinen tavoite on saavutettu. (Stock & Nguyen, 2019)

Tämän tutkimuksen kannalta on olennaista ymmärtää robottipsykologian tasoja 1) yksilötasoon ja 3) lopputulos-tasoon vaikuttavia tekijöitä. Stock & Nguyen (2019) täsmentävät, että yksilötaso tutkii vuorovaikutuksessa olevat osapuolet yksilöinä. Heidän mukaan ihmisen näkökulmasta tämä tarkoittaa ihmisen persoonan ominaisuuksien ja psykologisten prosessien, kuten asenteiden tutkimista. He kuvailevat puolestaan robotin näkökulmasta yksilötasolla tutkitaan robotille keinotekoisesti luotuja ominaisuuksia, kuten tun-

teita ja käytöstä, sekä ulkoisia ominaispiirteitä, kuten ihmisenkaltaisuutta. Lopputulos-taso tarkastelee tavoitteen saavuttamisen astetta. Onnistuneeseen ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen vaikuttavat sekä asetetun tavoitteen saavuttaminen että havaitun tarpeen täyttyminen. Tarpeet erotellaan vielä hedonistisiin, sosiaalisiin ja käytännöllisiin tarpeisiin. Robottipsykologian näkökulmasta hedonistisilla tarpeilla viitataan luontaisiin emotionaalisiin tarpeisiin, jotka aktivoivat erilaisia kokemuksia, kuten huvi ja ilo. Sosiaalisella tarpeella tarkoitetaan halua kuulua johonkin, yhteyttä toiseen ja muiden hyväksyntää. Käytännölliset tarpeet, kuten tuottavuuden kasvu, kuvaavat tarpeen rationaalisuutta ja toiminnallisuutta. Näiden kolmen tarpeen tarkastelun avulla voidaan määritellä ihmisen ja robotin vuorovaikutuksen onnistuneisuutta.

Stock ja Nguyeng (2019) esittävät artikkelissaan, että robotit vaikuttavat ihmiseen kolmea kanavaa pitkin. Nämä ovat emotionaalinen, kognitiivinen ja emotionaaliskognitiivinen kanava. He käyvät artikkelissaan läpi perimmäiset psykologiset prosessit, kuinka robotit vaikuttavat ihmiseen. Erityisesti he käyvät läpi primitiivisen tunne tartunnan (eng. *primitive emotional contagion*), kognitiiviset vinoumat ja outolaaksoteoria. Tässä tutkimuksessa ei käydä seikkaperäisesti läpi, kuinka robotit vaikuttavat ihmiseen tunne tartunnan ja kognitiivisen vinoumien seurauksena. Käsitteet kuitenkin avataan seuraavaksi, ja outolaaksoteoriaa käsitellään tarkemmin seuraavassa alaluvussa 2.3.

Stock ja Nguyen (2019) toteavat artikkelissaan, että ihmisen ja robotin vuorovaikutuksen aikana robotti ilmaisee tunteitaan sanallisin ja sanattomin signaalein, jotka ihminen havaitsee. He määrittelevät, että ihminen prosessoi nämä signaalit kahdella eri tavalla, jotka ovat primitiivinen tunteiden tartunta ja tunteiden vertailuprosessi. Tunnetartunnalla (eng. *emotional contagion*) tarkoitetaan taipumusta jäljitellä ja synkronoida ilmaisuja, ääntelyjä, asentoja ja liikkeitä automaattisesti vuorovaikutuksen toisen osapuolen kanssa ja siten lähentyä toisen osapuolen kanssa emotionaalisesti (Hatfield ja muut, 1993). Stock ja Nguyen (2019) täsmentävät, että ensimmäinen prosessi on hyvin nopea ja alitajuntainen, jossa yksilö automaattisesti matkii ja toistaa samanaikaisesti robotin kasvojen ilmeet, puhutavan ja liikkeet. Nämä jäljittelykokemukset välittävät hermosyisen

palautteen ja laukaisevat subjektiivisen tunnekokemuksen. Stock ja Nguyen (2019) toteavat, että tunteiden vertailuprosessi on tietoinen ja kognitiivinen. Yksilö vertaa omia tunteitaan robotin havaitsemiin tunteisiin. Tämän jälkeen yksilö mukautuu ympäristöön, jossa mukautumisen tarkoituksena on vastata sopivalla tavalla (emotionaalinen sopeutuminen). Tämä prosessi voidaan nähdä sosiaalisen vertailun muotona, jossa robotti on vertailun kohde.

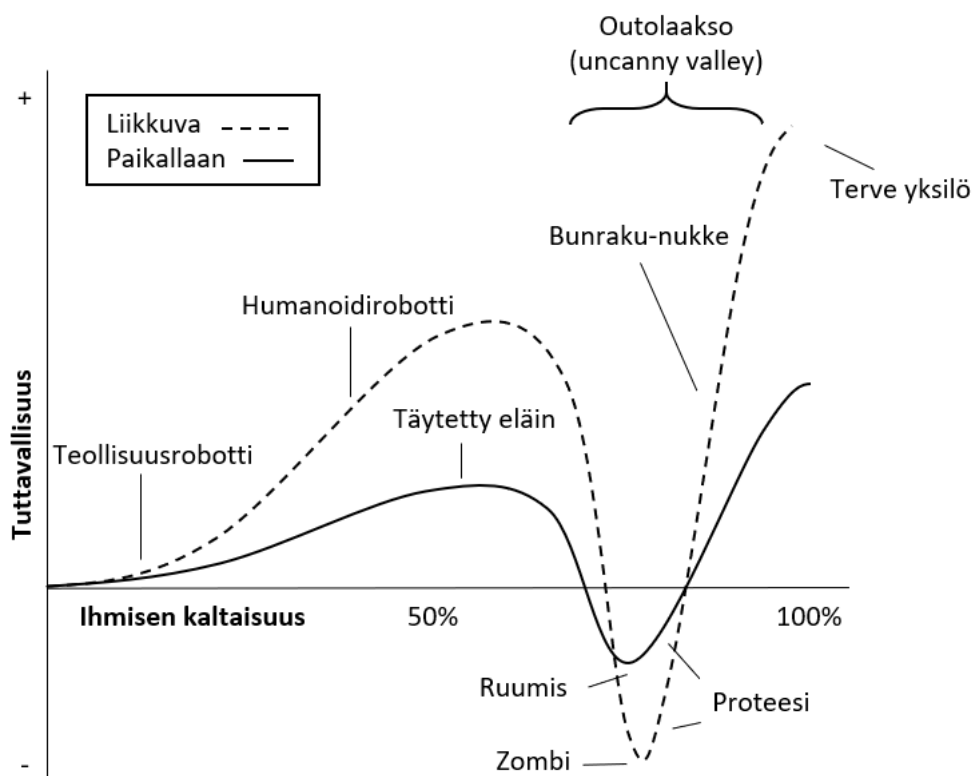
Tversky ja Kahneman (1974) määrittelevät kognitiiviset vinoumat ajattelun harhoiksi, jotka nousevat tiedostamattomista päätöksenteossa hyödynnettävistä heuristiikoista. Heidän mukaansa vinoumat eivät johdu motivaatiotekijöistä, kuten toiveajattelusta eivätkä vinoumat ole palkkioilla tai sanktioilla vääristeltyjä. Heidän mukaansa henkilöt eivät yleensä itse kykene havaitsemaan omia kognitiivisia vinoumia päätöksenteossaan.

Stock ja Nguyen (2019) täsmentävät, että kognitiiviset vinoumat demonstroivat tiedostamattomia mekanismeja, joilla voi olla merkittäviä seurauksia, kun ihminen on tekemisissä robotin kanssa. Kognitiivisten vinoumien ymmärtäminen on elintärkeää, kun robotteja sovelletaan palvelutilanteisiin ihmisten kanssa. Tällaisia palvelutilanteita ovat esimerkiksi opetus, konsultointi ja huolenpito. Kognitiivisten vinoumia voidaan käyttää palvelurobotin roolin suunnittelun parantamiseen. On tärkeää löytää tasapaino ihmisen ja virtuaalisen mielen välille, jotta kognitiivisia vinoumia voidaan hyödyntää tehokkaasti.

2.3 Outolaaksoteoria

Morin ja muiden (2012) kehittämä outolaaksoteoria kuvaa ihmisen käsitystä roboteista, jossa riippuvuustekijöinä ovat ihmisen kokema yhteenkuuluvuus robotin kanssa ja ihmisen kaltaiset yhtenäiset kokonaisuudet (ks. kuvio 3). Teorian kuvaajan y-akselille sijoitetaan yhteenkuuluvuuden tunne ja x-akselille yhtenäisen kokonaisuuden ihmisen kaltaisuus.

Morin ja muiden (2012) outolaaksoteorian origossa (y- ja x-akselin leikkauspisteessä) on teollisuusrobotti, jolla ei ole ihmisen ulkonäön kannalta mitään merkitystä. Humanoidilla robotilla voi olla ylävartalo, pää ja kädet, jolloin robotin ihmisenkaltaisuus kasvaa ja kuvaajalla siirrytään x-akselilla. Heidän mukaan samalla myös ihmisten liittämät mielikuvat yhteenkuuluvuudesta robotin kanssa lisääntyvät, joten y-akselilla nousee ylöspäin. Heidän outolaaksoteorian mukaan outolaaksoefekti tapahtuu silloin, kun ihminen luulee aluksi jotain keinotekoisesti kehitettyä kokonaisuutta luonnolliseksi, mutta myöhemmin, että kehitetty kokonaisuus ei olekaan luonnollinen. Esimerkkinä tällaisesta on käsiproteesi, jota ihminen voi aluksi luulla oikeaksi kädeksi, mutta myöhemmin ymmärtää, että kyseessä onkin proteesi. Tämä aiheuttaa ihmisessä outouden tunteen. Samalla outolaaksoteorian kuvaajassa ihmisen kokema yhteenkuuluvuus laskee, joten y-akseli tipahtaa pohjalle. Kuitenkin x-akselilla koettu ihmisen kaltaisuus jatkaa x-akselilla oikealle.



Kuvio 3. Outolaaksoteoria (Mori ja muut, 2012).

Kuviossa 3 esiintyvä piste, joka on nimetty bunnaku nukeksi, on Morin ja muiden (2012) mukaan japanilaisessa nukketeatterissa käytetty nukke, joka muistuttaa ihmistä koolta, ihon koostumukseltaan ja muilta ominaisuuksiltaan. Ihmisen kokema yhteenkuuluvuuden tunne lisääntyy, kun nukketeatteri esitystä seurataan etäisyyden päästä. Ymmärrys nukken koosta hämärtyy ja samalla nukken ulkoiset piirteet, kuten käsien ja silmien liike saa yleisön tuntemaan inhimillistä yhteenkuuluvuuden tunnetta nukken kanssa. Näin ol-
len y-akselilla nousee ylöspäin ja x-akselilla siirrytään oikealle.

Morin ja muiden (2012) esittämä outolaaksoteoriaa kuvaavan käyrän syvyyteen (ja korkeuteen) vaikuttaa tarkasteltavan kohteen liikkumiskyky. Mikäli tarkasteltava kohde kykenee liikkumaan, kuten nukketeatterin nukke, kuvaajan ääripäät ovat kauempana toisistaan kuin silloin kun tarkasteltava kohde on staattinen eikä kykene liikkumaan. Äärimmäisenä esimerkkinä liikkeen vaikutuksesta kuvaajan on, kun tarkastellaan ihmisruumista. Laakso syvenee entisestään, kun kuollut ruumis pystyy liikkumaan. Tällöin kyseessä on zombi, joka on tässä tapauksessa jo pelottavampikin (eikä pelkästään outo) kuin ruumis.

Tung (2016) näytti tutkimuksessaan kuvia ja videoita roboteista 8-14 vuotiaalle lapsille, joiden tehtävänä oli arvioida videolla tai kuvassa näkynyt humanoidi robotti. Tutkimuksessa tarkasteltiin outolaaksoteoriaa ja tulokset osoittavat, että lapset pitivät enemmän robotista, joiden ihmisen kaltaisuus oli maltillista kuin roboteista, jotka muistuttivat paljon ihmistä, mutta olivat kuitenkin erotettavissa oikeasta ihmisestä. Merkittävä löytö oli, että liikkuvat robotit, jotka ilmaisivat sosiaalista toimintaa, madalsivat outolaaksoteorian käyrää. Tämä on ristiriidassa outolaaksoteorian kanssa, jonka mukaan robotin liikkeen aiheuttamat reaktiot ihmisessä pitäisi olla vahvempia, kuin staattisella robotilla.

Myös Bartneck ja muut (2007) tutkivat outolaaksoteoriaa tutkimuksessaan. Osallistujille näytettiin kuvia roboteista ja ihmisistä, jotka arvosteltiin itsenäisesti osallistujien tietämättä, oliko kuvassa robotti vai ihminen. Tuloksista huomattiin, että kuvat humanoideista ja leluroboteista arvioitiin miellyttävämmän näköisemmiksi, kuin kuvat oikeista

ihmisistä. Bartneck ja muut (2007) ehdottavatkin vaihtoehtoista outojoyrkännettä outolaakson tilalle.

Esposito ja muut (2020) tutkivat vanhusten mieltymyksiä ja hyväksyntää sosiaalisesti avustavia robotteja kohtaa. Tutkimuksessaan he näyttivät video pätkiä viidestä erilaisesta robotista. Nämä robotit olivat Roomba, Nao, Pepper, Ishiguro ja Erica. Roomba on robotti-imuri, Nao ja Pepper ovat humanoideja robotteja ja Ishiguro sekä Erica ovat androidirobotteja. Tutkimuksen tuloksista oli havaittavissa outolaaksoilmiö.

Kim ja muut (2022) löysivät tutkimuksessaan kaksi outolaaksoa, kun he tutkivat outolaaksoteoriaa. Toinen laaksoista havaittiin samankaltaiseksi, kuin Morin esittelemä laakso. Tämä laakso havaittiin, kun käytettiin ihmisenkaltaisia robotteja. Toinen laakso huomattiin, joka on pienempi kuin aikaisempi laakso, kun tutkimuksessa käytettiin hie- man vähemmän ihmisenkaltaisten robottien kanssa. Kahden oudon laakson todennäköi- nen rinnakkaiselo sovittaa yhteen aikaisemman tutkimuksen yksiselitteiset havainnot, joissa havaittiin yksi outolaakso joko erittäin ihmisen kaltaisille roboteille tai vähemmän kuin kohtalaisen ihmisen kaltaisille roboteille. Kimin ja muiden (2022) mukaan outolaak- soilmiö tulisi mieluummin esittää vuorijonona, jossa on useita tunteiden aiheuttamia huippuja, rinteitä ja laaksoja, kun tutkitaan robotin ihmisenkaltaisuutta ja ihmisen tun- teita.

2.4 Robotin ulkonäkö

Robotit voidaan jaotella niiden ulkomuodon mukaan eri ryhmiin. Bartneck ja muut (2020) toteavat, että androidit ja humanoidit robotit muistuttavat ulkonäöltään ihmistä, mutta näillä roboteilla on paljon todistettavaa ulkonäköön liittyvien kykyjen suhteen. He jatka- vat, että eläimenkaltaiset (eng. *zoomorphic*) robotit voivat muistuttaa ulkomuodoltaan esimerkiksi kotieläimiä, kuten kissoja tai koiria, joiden kanssa ihmiset ovat tottuneet ole- maan vuorovaikutuksessa. He kuitenkin myös toteavat, että toisaalta eläimenkaltaiset robotit voivat muistuttaa myös eläimiä, joita ihminen ei kohtaa tai kohtaa hyvin harvoin,

kuten dinosaurusia tai hylkeitä. Walters ja muut (2008) mainitsevat artikkelissaan, että androidin ja humanoidin robotin lisäksi koneen näköisemmän mekanoidin (eng. *mechanoïd*) robotin. Bartneck ja muut (2020) toteavat vielä, että ihmisen kanssa vuorovaikutteisten robottien ulkomuoto voi olla myös muunlainen kuin eläimen tai ihmisen jäljitelmä. Esimerkkinä voi olla Yoshiiken ja muiden (2010) esittämä *Sociable Trash Box* -robotti, joka on roskakori, mutta kykenee vuorovaikutukseen ihmisen kanssa liikkumalla ja keräämällä roskia ihmisiltä.

Robotin ulkonäkö tulee myös huomioida, kun suunnitellaan ihmisen ja robotin välistä vuorovaikutusta. Bartneck ja muut (2020) määrittelevät, että ihmisen ja robotin vuorovaikutuksen suunnitteluun on neljä erilaista suunnitteluperiaatetta. Nämä periaatteet ovat: 1) Suunniteltavan muodon ja toiminnan yhteensovittaminen; 2) Lupaa vähemmän ja tarjoa enemmän; 3) Vuorovaikutus laajentaa tarkoitusta; 4) Älä sekoita metaforia. Nämä periaatteet eivät ole kuitenkaan perusteellisia ja seikkaperäisiä periaatteita vaan enemmänkin ajattelun ja suunnittelun tukena käytettäviä työkaluja, kuinka lähestyä ihmisen ja robotin välisen vuorovaikutuksen suunnittelua.

Bartneckin ja muiden (2020) esittämistä periaatteista ensimmäistä voidaan hyödyntää tässä tutkimuksessa hyvin. Heidän mukaan ensimmäisellä periaatteella tarkoitetaan sitä, että robotin on kyettävä täyttämään ne toiminallisuudet ja toimimaan vuorovaikutuksessa siten, kuten sen ulkomuoto antaa ihmisten olettaa. Esimerkiksi humanoidin robotin ajatellaan kykenevän käyttäytymään kuten ihminen. Mikäli robotin ei ole tarkoitus kyetä käyttäytymään kuten ihmisen (siivousrobotti) sitä ei kannata suunnitella ihmisen näköiseksi (humanoidiksi robotiksi). Heidän toinen, kolmas ja neljäs periaate liittyvät enemmän vuorovaikutukseen ja kuinka robotti esitellään yleisölle, joten niihin ei perehdytä tässä tutkimuksessa sen enempää. Seuraavassa alaluvussa määritellään robotin ulkonäköön liittyvä käsite antropomorfismi ja kuinka antropomorfismi vaikuttaa robotin ulkonäköön. Tämän jälkeen käsitellään millaisia odotuksia robotin ulkonäkö voi herättää ihmisissä.

2.4.1 Antropomorfismi

Antropomorfismi kuvaa taipumusta lisätä ihmismäisiä piirteitä elottomiin asioihin ja kokonaisuuksiin sekä eläimiin, joiden käytöksen järkeistämiseen sosiaalisessa ympäristössä tarvitsemme ihmispiirteitä tai ymmärrystä toimijan motivaatiosta, aikomuksesta ja tunteista (Duffy, 2003; Epley ja muut 2007). Finton (2022) mukaan antropomorfismilla tarkoitetaan ihmisenkaltaistamista tai inhimillistämistä. Phillips ja muut (2018, s. 105) määrittelevät antropomorfisen robotin sellaiseksi robotiksi, jolla on ihmisen kaltainen ulkonäkö. Heidän mukaan antropomorfisella robotilla on esimerkiksi silmä, kädet ja/tai kasvot. Robotista, jolla on antropomorfisia piirteitä, käytetään termiä humanoidi- tai androidirobotti, joita on kuitenkin käytetty umpimähkäisesti, vaikka termit antavat ymmärtää millaisia tehtäviä robotti kykenee suorittamaan.

Duffyn (2003 s.181) mukaan antropomorfismin hyödyntämiseen robotiikassa on kaksi motivaatiotekijää. Ensimmäinen syy on, että antropomorfismin avulla ihminen kykenee suunnittelemaan systeemin tai järjestelmän ihmisen fyysiseen ja sosiaaliseen ympäristöön. Toinen syy on hyödyntää antropomorfismia mekanismina, jonka kautta sosiaalista vuorovaikutusta ihmisen ja robotin välillä voidaan helpottaa. Antropomorfismi mahdollistaa ihmisyyden hyödyntämisen erilaisissa järjestelmissä.

Epley ja muut (2007) esittävät teoreettisen viitekehysten, joka laajentaa ymmärrystä antropomorfismin käsityksestä. Tämä viitekehys sisältää kolme ydintekijää, jotka kuvaavat antropomorfistisia johtopäätöksiä ei-inhimillisistä kokonaisuuksista. Nämä ydintekijät ovat vaikuttava motivaatio, sosiaalinen motivaatio ja tietämys olemassa olevasta toimijasta (engl. *agent*). Bartneckin ja muut (2020) käsittelevät artikkelissaan myös viitekehystä ja avaavat sen ydintekijöitä. Heidän mukaan vaikuttava motivaatio koskee ihmisen halua selittää ja ymmärtää muiden sosiaalisten toimijoiden käytöstä, kuinka toimia ennestään tuntemattoman vuorovaikutuskumppanin kanssa. Heidän mukaan vaikuttava motivaatio voi aktivoitua, kun ihminen on epävarma sosiaalisessa tilanteessa. Bartneckin

ja muiden (2020) mukaan sosiaalinen motivaatio voi myös aiheuttaa robottien inhimillistämistä erityisesti ihmisissä, jotka kärsivät vähäisistä sosiaalisista kontakteista. Tällaisten ihmisten kyky havaita antropomorfisia piirteitä robotissa selittää sosiaalisen motivaation, jotta heillä on mahdollisuus osoittaa tunteitaan sosiaaliselle kumppanille. Bartneckin ja muiden (2020) mukaan tietämys olemassa olevasta toimijasta viittaa siihen, kuinka ihminen pyrkii käyttämään järkeään ymmärtääkseen robotit sosiaalisessa vuorovaikutustilanteessa ja sen osatekijöinä. Heidän mukaan perusolettamus on, että ihmiset käyttävät itsearviointia tai antropomorfista tiedon rakennetta muodostaakseen robotista järkevän kokonaisuuden.

Walters ja muut (2008) jaottelevat robotit niiden ulkonäön antropomorfismin määrän perusteella robotit kolmeen kategoriaan, jotka ovat 1) mekanoidi 2) humanoidit ja 3) androidit. Mekanoidi robotti on ulkonäöltään konemainen, eikä sillä ole ihmisen kaltaisia piirteitä. Humanoidi robotti ei ole realistisen ihmisen kaltainen ulkonäöltään ja se tunnustetaan robotiksi vuorovaikutustilanteessa. Humanoidilla robotilla on kuitenkin ihmisen kaltaisia piirteitä, jotka ovat yleensä tyyliteltyjä, yksinkertaisia tai luonnoksen kaltaisia hahmotelmia ihmisen ulkonäön piirteistä, kuten päästä, kasvoista ja muista ihmisen raajoista ja ulkonäöllisistä ominaisuuksista. Stock ja Nguyen (2019) määrittelevät myös, että humanoidirobotilla tarkoitetaan antropomorfista olemusta robotista, jolla on raajoja kuten kädet ja jalat. Waltersin ja muiden mukaan (2008) Androidilla robotilla tarkoitetaan robottia, joka on ulkonäöltään ja käytökseltään niin lähellä ihmistä kuin teknologisesti on mahdollista tehdä. Androidin robotin tavoitteena on olla robotti, jonka ihmiset mieltävät ihmiseksi.

2.4.2 Robotin ulkonäön vaikutus ihmisten odotuksiin

Goetz ja muut (2003) toteavat artikkelissaan, että ihmiset suosivat ihmisennäköistä robottia sosiaalisia ominaisuuksia vaativiin rooleihin kuten toimisto virkailijaksi, sairaalan henkilökunnan jäseneksi tai ohjaajaksi enemmän kuin mekaanisen näköistä robottia. He

lisäävät, että robotti, joka täyttää ihmisen odotukset työtehtävään liittyen ja näyttää ihmismäiseltä, myös lisää ihmisten tunnetta siihen, että robotti voi suoriutua sille annetuista työtehtävistä ja saa ihmiset hyväksymään tämän ajatuksen. Myös Phillips ja muut (2017) huomasivat, että heidän löydökset osoittavat, että robotin ulkonäön tulee sopia yhteen sille tarkoitetun sovellusalueen kanssa.

Phillips ja muut (2017) havaitsivat, että robottien visualisoinnissa on yhteisiä piirteitä, jotka voidaan koota viiteen laajaan komponenttiin. Nämä komponentit ovat ihmismäinen liike, kasvon piirteet, ruumiilliset ominaisuudet, sukupuolitetun ulkonäön ja mekaanisen ulkonäön eroavaisuudet sekä maasto- tai sotilaallinen käyttö. Humanoidit, kotitalous ja geneeriset robotit muodostavat ryhmän, jotka sisältävät enemmän ihmisenkaltaisia ominaisuuksia kuin robotit, jotka ovat tarkoitettu sotilas-, etsintä- ja/tai pelastustoimintaan liittyvään käyttöön.

Phillips ja muut (2017) toteavat, että humanoidit-, kotitalous- ja yleisesti robotit muodostavat ryhmän, joka sisältää ihmisen kaltaisia ominaisuuksia kuin robotit, jotka ovat tarkoitettu sotilaalliseen käyttöön tai etsintä- ja pelastustehtäviin. Robotit, jotka ovat tarkoitettu sotilaalliseen käyttöön tai etsintä- ja pelastustehtäviin näyttävät enemmän mekaanisilta roboteilta. Yleisesti ihmiset odottavat kotitalous- ja geneeristenrobottien olevan muodoltaan enemmän ihmisen kaltaisia ja sisältävän ihmismäisiä ominaisuuksia kuten kasvon piirteitä ja jalkoja liikkumista varten.

Phillips ja muut (2017) huomasivat artikkelissaan, että robotti, jonka ihmiset piirsivät, sisälsi ihmisen kaltaisia ominaisuuksia riippumatta siitä, oliko tehtävänä piirtää yleisesti vain robotti vai piirtää kodinhoitorobotti (eng. *household robot*). He toteavatkin, että ihmiset oletusarvoisesti ajattelevat robotin muistuttavan ulkomuodoltaan humanoidia robottia. Robotti ei kuitenkaan saa sisältää niin paljoa ihmisen kaltaisia ominaisuuksia, että se alkaa näyttämään androidilta robotilta.

Korkea ihmisen näköisyyden aste robotissa näyttää vahvistavan emotionaalista kiintymystä, aiheuttaa positiivisen näkemyksen ja asenteen ja kasvattaa luottamusta ja mieltymystä robottia kohtaan (Belanche ja muut, 2020). Robotilla, jolla on ihmisenkaltaiset kasvot, mielletään positiivisemmaksi ja miellyttävämmiksi, kuin mekaanisen näköiset robotit tilanteessa, jossa arvioitiin robotin sosiaalista älykkyyttä (Broadbent ja muut, 2013 s. 7).

Katzin ja Halpernin (2014) tutkimus paljastaa positiivisen suhteen humanoidien robotien käytössä ja ihmisenkaltaisten attribuuttien tunnistamisessa, mikä on yhdenmukainen sen kanssa, että ihmiset käyttäytyvät antropomorfisia robotteja kohtaan samalla tavalla kuten oikeita ihmisiä kohtaan. Katz ja Halpern (2014) huomasivat myös, että pelkäämään ihmismäisten piirteiden tunnistaminen roboteissa johti positiiviseen asenteeseen robottia kohtaan. Tämä tukee sitä, että kyse ei ole altistumisesta tietyn tyyppiselle robotille vaan asenteisiin robotteja kohtaan vaikuttaa robotin ihmismäisten piirteiden tunnistaminen. Toisaalta ihmiset, jotka kokevat teknologian käytön miellyttäväksi ovat huolissaan robottien vaikutuksista yhteiskuntaan ja osoittavat suurempaa kyberdystopiaa kuin muut. Konijn ja muut (2020) ja muut huomasivat myös, että robotin uutuus voi vaikuttaa siihen, miten ihmiset reagoivat ja ovat vuorovaikutuksessa robotin kanssa.

Ostrowski ja muut (2020) toteavat, että sosioemotionaaliset suhteet teknologioihin, jotka hyödyntävät ruumiillistumista voivat olla erittäin tärkeitä ja arvokkaita työpaikalle, koulutukselle ja terapiatilanteisiin sekä ryhmä että yksilöllisissä olosuhteissa. Heidän mukaan sosioemotionaalinen suhde luokkahuoneessa voi luoda perustan oppimiselle. He lisäävät vielä, että tällaista teknologiaa kehitetään erilaisia tilanteita varten, joten on tärkeää ymmärtää muotoilun malleja, kuten ruumiillistumasta, persoonallisuudesta ja sukupuolesta ja kuinka ne vaikuttavat käyttäjäkokemukseen ja käyttäjän kasvuun, esimerkiksi opetustilanteessa.

3 Robotti opetusympäristössä

Belpaemen ja muiden (2018) sekä Konjinin ja muiden (2020) mukaan robotin hyöty opetuksessa liittyy tietyn tyyppisten taitojen ja oppiaineiden opettamiseen, kuten matematiikkaan tai käsin kirjoittamiseen, mutta on epätodennäköistä, että robotti voisi ottaa yhtä paljon pedagogista ja huolehtivaa roolia opetustilanteessa kuin ihmisopettaja. Konijn ja muut (2020) lisäävät, etteivät robotit voi korvata täysin ihmisopettajia, koska roboteissa voi ilmentyä teknisiä ongelmia. Myös Tuna ja muut (2019) toteavat, että yksinkertaisia robotteja on käytetty opettamaan robotiikkaa, elektroniikka ja tietojenkäsittelytiedettä, kun taas humanoideja robotteja on käytetty useampien aineiden opetuksessa, kuten matematiikassa, robottien vuorovaikutusmahdollisuuksien takia. Belpaeme ja muut (2018) toteavat, että robotteja on käytetty lähinnä ala-asteopetuksessa. He toteavat myös, että on näyttöä siitä, että robotit voisivat opettaa ja ohjeistaa murrosikäisiä tai aikuisia. He lisäävät kuitenkin, ettei ole näyttöä siitä, että mikä toimii nuoremmille lapsille, toimisi myös iäkkäämmille oppijoille.

Sharkey (2016) toteaa, että luokkaopetuksessa on käytetty robotteja neljällä tavalla eri tavalla: 1) Robotti luokanopettajana tai yksityisopettajana (engl. tutor), 2) robotti kaverina ja ikätoverina, 3) robotti huolta välittävänä kaverina ja 4) etäläsnäolorobotti (eng. telepresence robot) opettaja. Belpaeme ja muut (2018) mainitsevat myös edellä mainittujen roolien lisäksi, että robottia voidaan käyttää aloittelijana (eng. *novice*) luokkahuoneessa, jolloin opiskelija toimii ohjaajana robotille.

Sharkey (2016, s. 287) toteaa, että luokan opettajana toimiva robotin täytyy olla auktoriteettina luokalle ja toimia selkeänä tiedonlähteenä. Sharkeyn (2016, s. 287) esittämässä skenaarioissa, joissa robotti on vertaisoppijana tai robotti on huolta välittävänä kumppanina, ihmisopettajaa ei tarvitse korvata kokonaan robotilla. Sharkeyn (2016, s.287) mukaan etäläsnärobotti (eng. *telepresence robot*) voisi puolestaan korvata fyysisesti luokkahuoneessa olevan opettajan, mutta etäläsnärobottia hallitsisi kuitenkin oikea ihminen. Edwards ja muut (2016) määrittelevät artikkelissaan etäläsnärobotin laitteeksi, joka on

ihmisen hallitsema liikkuva alusta, joka mahdollistaa paikkariippumattoman kommunikaation ihmisten välillä. He jatkavat, että etäläsnärobotin käyttäjä kykenee kommunikoi-
maan robotin kautta samassa tilassa robotin kanssa olevien ihmisten kanssa, esimerkiksi
puheen ja näytön avulla.

Tässä luvussa kerrotaan, miten robotteja on hyödynnetty opetusympäristössä. Luvun
alussa johdatellaan aiheeseen, miten robotit soveltuvat oppimisympäristöön. Ensimmäi-
sessä alaluvussa käydään läpi, millaisia robotteja on käytetty oppimisympäristössä. Toi-
sessa alaluvussa tutustutaan millaisissa rooleissa robotit ovat olleet opetustilanteissa.

3.1 Opetuksessa käytetyt robotit

Mubin ja muut (2013) toteavat kirjallisuuskatsauksessaan, että robotin ilmentymä on
kriittinen tekijä oppimistilanteessa. Opetuksessa hyödynnetyt robotit ja robotiikkapak-
kaukset vaihtelevat halvoista käytännön robotiikkapakkauksista, joiden avulla opiskelija
voi rakentaa yksinkertaisia robotteja, kokonaisesti humanoideihin robotteihin. Mubin ja
muut (2013) muodostavat artikkelissaan hypoteettisen progressiivisen ilmentymän as-
teikon. Tätä asteikkoa havainnollistetaan taulukossa 1. Heidän asteikko alkaa matalan
hintatason yhden toiminnon mekaanisista robotiikkapakkauksista, joiden tarkoituksena
on demonstroida tiettyä toimintaa, joka voi olla robotissa. Heidän asteikolla seuraavana
on työkalu, jolla voidaan opettaa robotiikkaa ja elektroniikkaa. Esimerkkinä tällaisesta
on heidän mukaan Arduino, joka on täysin ohjelmoitavissa halutulla tavalla. Mikäli pak-
kaus mahdollistaa mekaanisen vapauden ja joustavuuden robotin suunnittelun kannalta,
asteikolla siirrytään seuraavaan kategoriaan. Asteikon viimeisenä kategoriana on täysin
ruumiillistettu robotti, joita käytetään opetuksessa. Tällaisia robotteja voi olla aikaisem-
min tässä tutkimuksessa ilmenneet humanoidit robotit, androidit, lemmikkirobotit tai
lelurobotit. Mubin ja muiden (2013) viimeisen kategorian robotit kykenevät sosiaali-
seen vuorovaikutukseen ja kommunikaatioon. Näitä viimeisen kategorian robotteja on
käytetty ei-teknisten aineiden opetukseen, kuten kielten tai musiikin opetukseen.

Taulukko 1. Robotin valinta liittyen oppiaineeseen ja tietojenkäsittelyssä tarvittavien tietojen välillä (mitä tummempi solu sitä enemmän tarvitaan tietojenkäsittelytaitoja/vuorovaikutusta robotin kanssa) (Mubin ja muut, 2013, s. 4).

	Elektroninen robottirakennussarja	Mekaaninen robottirakennussarja	Humanoidi robotti
Kielet		LEGO Mindstorm robotti opettaa ROILAA pelaamalla pelejä lasten kanssa.(Mubin ja muut, 2012)	Robovie robotti opettaa englantia. (Kanda ja muut, 2004)
Luonnontieteet	Opiskelijat oppivat elektroniikan perusteita luomalla robotteja Boebot monitoimipakkauksen avulla. (Mukai & McGregor, 2004)	Opiskelijat käyttävät Thymio robotin kiihtyvyyssmittaria painovoiman ymmärtämiseen (Riedo ja muut, 2012)	Opiskelijat ymmärtävät fysiikan lakeja, kun humanoidi robotti potkii palloa. (Carpin ja muut, 2007)
Teknologia	Opiskelijat opettelevat ohjelmoimaan, kun luovat robottia Arduinon avulla. (Alers & Hun, 2009)	Opiskelijat nauttivat käytännön menetelmästä oppiakseen ohjelmoimaan Mindstorm Robotin avulla. (Powers ja muut, 2006)	Yliopisto-opiskelijat opiskelevat kokenäöstä NAO robotin avulla. (Touretzky, 2010)

Belpaeme ja muut (2018) huomasivat tutkimuksessaan, että eniten opetustarkoitukseen käytetty robotti on Nao. Heidän mukaan Naon johtoasemaan opetuskäytössä voidaan selittää sen saatavuudella, houkuttelevalla ulkonäöllä, saavutettavalla hintatasolla, teknologisella elinvoimaisuudellaan ja ohjelmoinnin helppoudella. He tarkentavat myös, että robotin valintaan oppimistilanteessa vaikuttaa kuitenkin käytännön huomioimisesta ja tuntevatko oppijat olonsa mukavaksi robotin ympärillä. Belpaeme ja muut (2018) huomasivatkin, että opetuskäytössä käytettyjen robottien pituuden painotettukeskiarvo on 62 cm. Pituuden painotettuun keskiarvoon vaikuttaa Nao robotin pituus, joka on 58 cm (IEEE, n.d.). Belpaemen ja muiden (2018) löytämä lyhyin käytetty robotti on Keepon, joka on 25 cm ja pisin käytetty robotti on RoboThespianin 175 cm humanoidirobotti. Heidän mukaan pienempiä robotteja on yleensä käytetty nuorten lasten opetuksessa.

Belpaeme ja muut (2018, s. 5) löysivät opetusrobotteihin liittyvässä kirjallisuuskatsauksessa seuraavanlaisia robotteja, joita on käytetty tutkimuksissa ja laskivat prosenttiosuuden, kuinka monessa tutkimuksessa kyseistä robottia on käytetty: 1) Nao 48 %; 2) muut 26 %; 3) Keepon 6 %; 4) Wakamuru 5 %; 5) iCat 4%; 6) Robovie 4 %; 7) Bandit 4 %; 8) Dragonbot 4 %. 58 % tutkimuksista oli toteutettu lapsille ja 33 % aikuisille.

Woo ja muut (2021, s. 4) puolestaan löysivät omassa luokkahuoneissa käytettyihin robotteihin liittyvässä kirjallisuuskatsauksessa seuraavat robotit: NAO, Pepper, Sapien, Zeno R25, Aibo, Pleo, Spykee, Robovie, Matilda, Skusie, Bender, SocibotMini ja Tega. Kaikki kirjallisuuskatsauksessa ilmenneet tutkimukset olivat toteutettu 3-16 vuotiaille lapsille. Rosanda ja Istenic Starcic (2020) löysivät omassa kirjallisuuskatsauksessaan opetuksessa käytetyistä roboteista seuraavat robotit: NAO, Saya, RoboThespian, Bioloid, BAXTER, Darwin, NIMA-Robocop H21 version of NAO, Robosapien ja Tiro.

Rau ja muut (2010) ehdottivat artikkelissaan sovellusalueita eri näköisille roboteille. Robottien ulkonäön tyypeiksi he valitsivat humanoidin, eläimenmuotoisen (eng. zomorphic) ja toiminnallisen robotin. Koulutukseen he ehdottavat eläimenmuotoista robottia, joka toimii kielten opettajana.

3.2 Robotin rooli opetustilanteessa

Woo ja muut (2021) esittävät artikkelissaan taulukon, joka sisältää heidän löytämät robotit ja niiden suorittamat roolit opetustilanteessa. Woon ja muiden (2021) esittämä taulukko on mukailtu tähän tutkielmaan taulukkoon 2, jossa ilmenee robotin nimi ja sen suorittama rooli opetustilanteessa.

Taulukko 2. Yleiskatsaus tutkimuksiin, joissa on käytetty sosiaalisia robotteja luokkahuoneessa (mukaillen Woo ja muut, 2021, s. 4).

Robotti	Rooli
Nao	Opetusavustaja, vertaisoppija, opettaja, valmentaja, ohjeistustyökalu, yksityisopettaja (tutor). (Alemi ja muut, 2015)
iCat	Shakkiopettaja/yksityisopettaja. (Leite ja muut, 2011)
Keepon	Yksityisopettaja. (Leyzberg ja muut, 2012)
Wakamaru	Opettajan avustaja, tutorina, vertaisena. (Konjina ja muut, 2020)
Bandit	Yksityisopettaja. (Magyar ja muut, 2014)
Dragonbot	Avustaja. (Short ja muut, 2014)
Pepper	Opetusavustaja, vertaisoppija. (Causo ja muut, 2017)
Sapien	Opetusavustaja. (Chang ja muut, 2010)
Zeno R25	Yksityisopettaja (tutor). (Davison ja muut, 2020)
Aibo	Valmentaja/eläin. (Díaz ja muut, 2011)
Pleo	Valmentaja/eläin. (Díaz ja muut, 2011)
Spykee	valmentaja/eläin. (Díaz ja muut, 2011)
Robovie	Opettaja (engl. resource teacher). (Kanda ja muut, 2004)
Matilda	Ohjeistustyökalu (engl. instructional tool). (Khaksar ja muut, 2020)
Skusie	Vertaisoppija. (Y. Kim et al., 2020)
Bender	Opettaja.
SocibotMini	Arvioija. (Song ja muut, 2020)
Tega	Vertaisoppija. (Westlund ja muut, 2016)

Mubin ja muut (2013) toteavat artikkelissaan, että robotilla voi olla monia eri rooleja opetuksessa riippuen kuinka paljon robotti osallistuu opetustehtävään. He täsmentävät, että valinta robotin roolista määräytyy opetettavasta sisällöstä, ohjaajasta, opiskelijoista

sekä opetettavan aiheen luonteesta. He myös havainnollistivat robotin eri rooleja opetuksessa tekemällään matriisitaulukolla (ks. taulukko 3).

Taulukko 3. Esimerkkejä tapaustutkimuksista opetusrobottien eri rooleista (Mubin ja muut, 2013, s. 3).

	Tutor	Vertainen	Työkalu
Kielet	Robotti auttaa opiskelijoita sanaston muistamisessa. (Saerbeck ja muut, 2010)	Robotti kehuu opiskelijaa, kun hän onnistuu lausumisessa. (Han & Kim, 2008)	Opiskelija oppii lauseita uudesta kielestä pelatessaan peliä yhdessä robotin kanssa. (Mubin ja muut, 2012)
Luonnontieteet	Robotti sopeuttaa laskutehtävät opiskelijan suoritus tasoon perustuen.	Robotti ja opiskelija ratkaisevat yhteistyön avulla luonnontieteen tehtäviä. (Hashimoto ja muut, 2013)	Opiskelija oppii fysiikkaa robotin sensoreiden ja relelaitteiden avulla. (Church ja muut, 2010)
Teknologia	Robotti keskustelee opiskelijan kanssa ohjelmointitehtävän haasteista.	Robotti tekee iloisen äänen, kun opiskelijaa onnistuu ohjelmoimaan onnistuneesti robotin. (Highfield ja muut, 2008)	Opiskelija käyttää LEGO Mindstorms NXT hyödyksi opiskellessaan ohjelmointia. (Hirst ja muut, 2003)

Taulukkoon he ovat määritelleet robotille kolme opetuksessa ilmenevää roolia, jotka ovat tutor, vertainen ja työkalu. Näistä jokaisesta roolista he ovat etsineet kolme eri ainetta, joiden opetuksessa robotit ovat mukana. Nämä aineet ovat kielet, luonnontieteet ja teknologia. Taulukkoon on sitten etsitty kirjallisuudesta esimerkit jokaiseen kohtaan mitä robotti on kyseisessä roolissa ja aineessa tehnyt.

Belpaeme ja muut (2018) ovat määritelleet artikkelissaan mitä Mubin ja muiden (2013) eistämässä taulukossa 2 esiintyvät roolit voivat sisältää sekä kuinka monta osapuolta vuorovaikutustilanne voi sisältää. Belpaeme ja muut (2018) toteavat, että robotti tutorina tai opettajana tarjoaa välittömän opetusmenetelmän, jossa robotit antavat vinkkejä, tutoriaaleja opiskelijalle ja valvovat opiskelijaa. Yleensä opetustilanteet, joissa robotit

toimivat vertaisoppijana, robotin ja opiskelijan vuorovaikutus on kahdenkeskeistä. Tällaisessa robotin ja opiskelijan välisessä vuorovaikutuksessa opetuksesta on mahdollista saada persoonallisempaa.

Belpaeme ja muut (2018) kertovat, että tilanteissa, joissa robottia käytetään uutena kanavana opetuksen toteutuksessa, robotti toimii joko suoraan opettajana tai opettajan avustajana. Tällöin robotin arvo edellä mainituissa tilanteissa perustuu siihen, että niiden avulla saadaan lisättyä opetuksen huomiota ja opiskelijoiden motivaatiota. Tämä perustuu siihen, että ihminen on vastuussa varsinaisesta opetuksesta. Tällaisessa tilanteessa robotin vuorovaikutus kohdistuu koko ryhmään eikä yhteen opiskelijaan.

Belpaeme ja muut (2018) kuvailevat, että robotit voivat olla vertaisia opiskelijoille oppimistilanteessa. Vertaisvuorovaikutus sisältää huomattavia etuja verrattuna tuutorin ja opiskelijan vuorovaikutukseen, koska vertaisvuorovaikutus voidaan kokea vähemmän pakottavaksi.

4 Suunnittelutieteellinen tutkimus

Hevnerin ja muiden (2004, s.77) esittämä suunnittelutiede (eng. *Design Science*, DS) muodostaa ja arvioi IT-artefakteja, joiden tarkoitus on ratkaista organisaatiossa tunnistettuja ongelmia. Suunnittelutieteelliset IT-artefaktit ovat laajasti määriteltyinä käsitteitä (sanastot ja symbolit), malleja (abstraktiot ja esitykset), menetelmiä (algoritmit ja käytänteet) ja ilmentymiä (työkaluja ja systeemi prototyyppinä). Tällaiset artefaktit esitetään jäsenellyssä muodossa, jotka voivat vaihdella ohjelmistosta, formaalisesta logiikasta, matematiikasta aina epäviralliseen luonnollisen kielen kuvakuseen.

Hevnerin ja muiden (2004) mukaan suunnittelutieteellisen tutkimuksen (eng. *Design Science Research*, DSR) tarkoitus on tuottaa preskriptiivistä tietämystä tietojärjestelmä-artefaktin suunnittelusta, kuten ohjelmistoja, menetelmiä, malleja ja konsepteja. Gregor ja Hevner (2013) lisäävät, että suunnittelutieteelliseen tutkimukseen liittyy monenlaisien sosioteknisten artefaktien, kuten päätöksenteon tukemisjärjestelmien, mallinnus-työkalujen ja johtamisstrategioiden rakentaminen.

Tässä tutkimuksessa käytän suunnittelutieteellistä menetelmää. Gregorin ja muiden (2020) mukaan suunnittelutieteellinen tutkimus tähtää tuottamaan uutta tietoa, joka on tieteellisesti kelpavaa ja tuottaa hyötyä saavutetuissa tavoitteissaan. Heidän mukaan suunnittelutieteellinen tutkimus sisältää suunnitteluperiaatteita, kuten ohjeellisia lausuntoja, jotka osoittavat kuinka tehdä jokin, jotta saavutetaan määritellyt tavoitteet.

Gregor ja Hevner (2013, s. 341) määrittelevät IT-artefaktin asiaksi, joka on aineellisessa muodossa tai se voidaan muodostaa aineelliseksi keinotekoisesti. Keinotekoisesti tuotettu aineellinen objekti voi olla esimerkiksi malli tai ilmentymä. Keinotekoisesti tuotettu prosessi voi puolestaan olla esimerkiksi menetelmä tai ohjelmisto.

4.1 Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat

Hevner ja muut (2004, s.82-90) esittelevät suunnittelutieteelliselle tutkimukselle seitsemän suuntaviivaa. Suuntaviivat ovat esitetty taulukossa 4. Näiden seitsemän suuntaviivan avulla heidän on tarkoitus auttaa tutkijoita, kriitikoita, toimittajia ja lukijoita ymmärtämään tehokkaan suunnittelutieteellisen tutkimuksen vaatimuksia. Lisäksi Hevner ja muut (2004, s. 82) painottavat, että jokaista suuntaviivaa tulisi käsitellä jollain tavalla suunnittelutieteellisessä tutkimuksessa, mutta ulkoiset sidosryhmät kuten kriitikot, toimittajat ja lukijat arvioivat sen, kuinka hyvin tutkija tässä onnistuu.

Taulukko 4. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat. (mukaillen Hevner ja muut, 2004, s.83; Hevner ja Chatterjee, 2010, s.12)

Suuntaviiva	Kuvaus
1. Artefaktin suunnittelu	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen on tuotettava toteuttamiskelpoinen artefakti käsitteen, mallin, menetelmän tai ilmentymän (esimerkin) muodossa.
2. Tutkimusongelman merkitys	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen tavoite on kehittää teknologiaan pohjautuvia ratkaisuja tärkeisiin ja relevantteihin liiketoiminnan ongelmiin.
3. Suunnittelun arviointi	Suunnittelun artefaktin hyödyllisyys, laatu ja tehokkuus täytyy osoittaa tarkasti hyvin toteutettujen arviointimenetelmien avulla.
4. Tutkimuspanokset	Tehokas suunnittelutieteellinen tutkimus antaa selkeän ja todennettavissa olevan panoksen suunnittelu artefaktin, suunnittelu perustan ja/tai suunnittelu menetelmien alueilla.
5. Tutkimuksen täsmällisyys	Suunnittelutieteellinen tutkimus pohjautuu tarkkojen menetelmien soveltamiseen sekä suunnittelu artefaktin rakentamisessa että arvioinnissa.
6. Tutkimuksen suunnitteluprosessi	Tehokkaan artefaktin toteuttaminen vaatii käytettävissä olevien keinojen hyödyntämistä haluttujen päämäärien saavuttamiseksi samalla, kun noudatetaan tutkimusympäristön asettamia vaatimuksia.
7. Tutkimuksen viestintä	Suunnittelutieteellinen tutkimus on esitettävä tehokkaasti sekä teknologia- että johtamisorientoituneelle yleisölle.

Hevner ja Chatterjee (2010) toteavat, että suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat ovat laajasti hyväksytty olennaisena osana suunnittelutieteellistä tutkimusta. He lisäävät kuitenkin myös, että esiin on noussut tarve tarkistuslistalle, jonka avulla voitaisiin arvioida suunnittelutieteellistä tutkimusprojektia. Artikkelissaan Hevner ja Chatterjee (2010, s.20) esittelevät kahdeksan kysymyksen tarkastuslistan suunnittelutieteelliselle tutkimukselle. Nämä kysymykset ovat esitelty taulukossa 5. Hevner ja Chatterjee (2010) toteavat, että käytännön suunnittelututkimuksessa on huomattu, että tämän tarkastuslistan avulla voidaan varmistaa, että projektit käsittelevät suunnittelutieteellisen tutkimuksen keskeisiä näkökohtia.

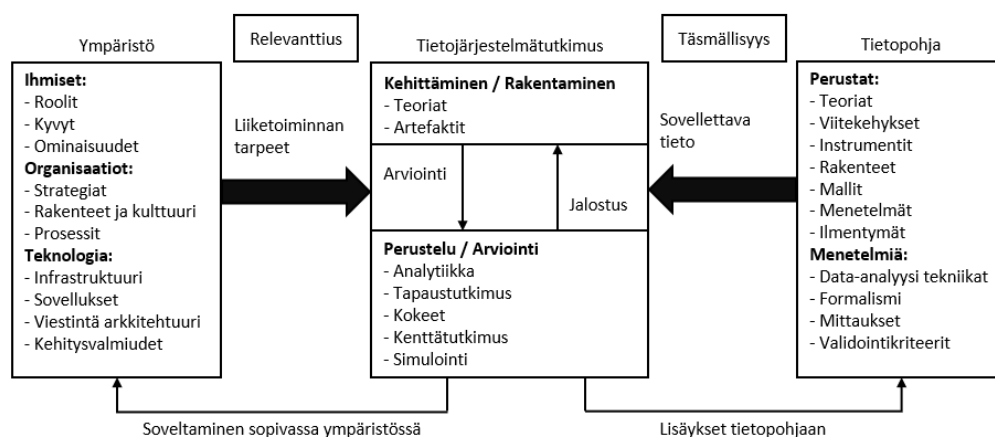
Taulukko 5. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen tarkastuslistan kysymykset (mukaillen Hevner & Chatterjee, 2010, s. 20)

Kysymys:
1. Mikä on tutkimuskysymys?
2. Mikä on artefakti? Kuinka artefakti on esitetty?
3. Mitä suunnitteluprosesseja on käytetty artefaktin rakentamisessa?
4. Kuinka artefakti ja suunnitteluprosessi ovat perustana tietopohjaan? Mitkä teoriat tukevat artefaktin suunnittelua ja suunnitteluprosessia, jos sellaisia on?
5. Mitä arviointeja on käytetty sisäisten suunnittelusykliä aikana? Mitä suunnitteluparannuksia on tunnustettu jokaisen suunnittelusyklin aikana?
6. Kuinka artefakti tuodaan sovellusympäristöön ja miten se kenties testataan? Mitä mittareita käytetään osoittamaan kehitetyn artefaktin hyödyllisyys ja tärkeys aikaisempiin artefakteihin verrattuna?
7. Mitä uutta tietoa on lisätty tietopohjaan ja missä muodossa (esim. vertaisarvioitu kirjallisuus, uusi teoria tai uusi menetelmä)?
8. Onko tutkimuskysymystä käsitelty riittävästi?

Nämä tarkastuslistan kysymykset voidaan lisätä myös Hevnerin (2007) esittämään suunnittelutieteellisen tutkimuksen sykleihin (kuvio 5), joita käsitellään tarkemmin alaluvussa 4.2. Kyseisessä alaluvussa myös esitellään (kuvio 6) Hevnerin (2007) tutkimussykliä ja Hevnerin ja Chatterjeen (2010) tarkastuslistan kysymysten suhdetta.

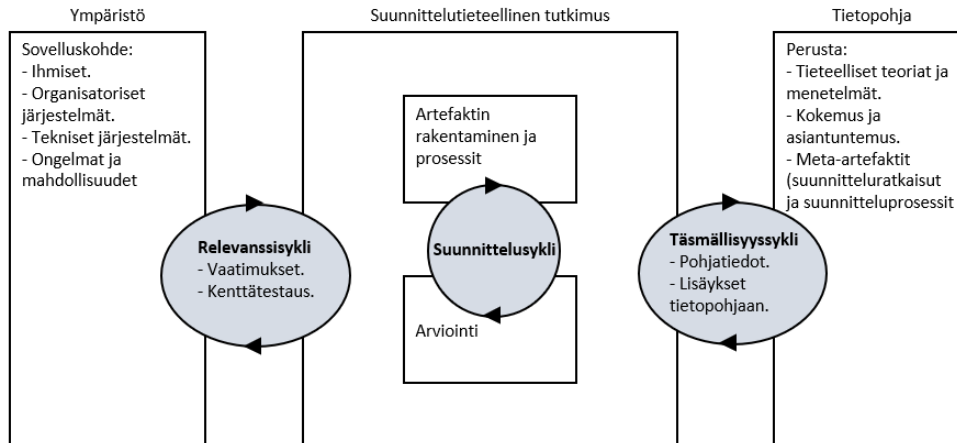
4.2 Suunnittelutieteellisen tutkimuksen syklit

Hevnerin ja muiden (2004, s. 79) kehittämä tietojärjestelmätutkimuksen viitekehys auttaa ymmärtämään, toteuttamaan ja arvioimaan tietojärjestelmätieteellisetä tutkimusta yhdistämällä käyttäytymistieteeseen ja suunnittelutieteeseen liittyviä ajattelutapoja. Kuten kuvio 4 osoittaa tutkimuksesta saatu tieto jakaantuu ympäristöön ja tietopohjaan. Kuvio 4 nähdään, että tutkimus saa siihen liittyvästä ympäristöstä liiketoiminnan tarpeet ja ongelman, jota tulee kehittää, ja tietopohjasta saadaan sovellettava tieto, jonka avulla ongelmaa aletaan ratkaista.



Kuvio 4. Tietojärjestelmätutkimuksen viitekehys (Hevner ja muut, 2004)

Hevner (2007, s. 88) esittelee kolme tutkimussykliä (ks. kuvio 5), jotka perustuvat Hevnerin ja muiden (2004) esittämään tietojärjestelmätieteellisen tutkimuksen viitekehukseen (ks. kuvio 4). Hevner (2007, s. 88) nimeää nämä kolme tutkimussykliä relevanssisykliksi (eng. *relevance cycle*), täsmällisyssykliksi (eng. *rigor cycle*) ja suunnittelusykliksi (eng. *design cycle*). Relevanssisykli yhdistää tutkimuksen kontekstuaalisen ympäristön suunnittelutieteellisten aktiviteettien kanssa. Täsmällisyssykli puolestaan yhdistää suunnittelutieteelliset aktiviteetit tieteellisen perustan, kokemuksen ja asiantuntemuksen tietopohjan kanssa, joka informoi tutkimuksesta. Suunnittelusykli iteroi suunnitteluartefaktin rakentamisen ja arvioimisen ydinaktiviteettien ja tutkimusprosessin välillä.



Kuvio 5. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen tutkimusykli (Hevner, 2007, s. 88).

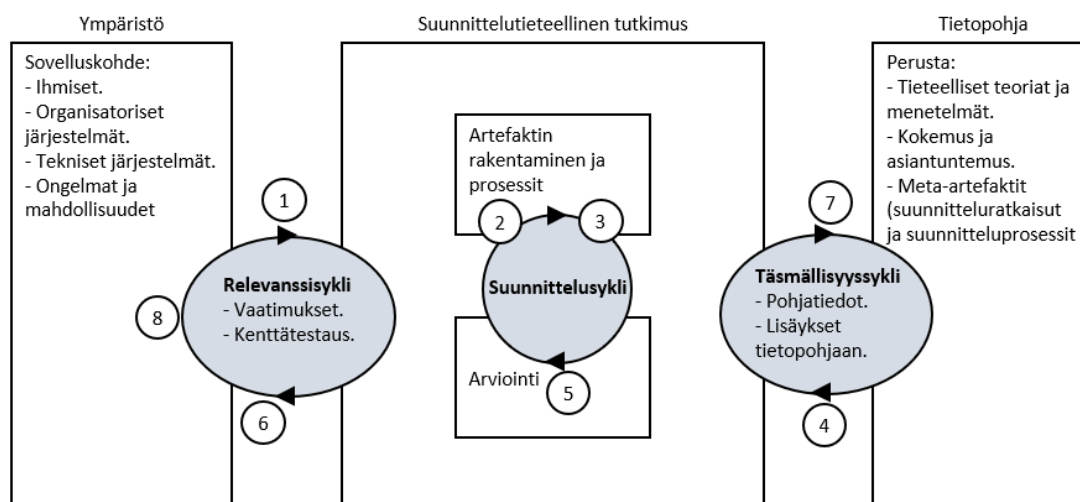
Kuten kuvion 5 vasemman puoleisesta syklistä nähdään relevanssisykli sisältää tutkimuksen vaatimukset ja kenttätestauksen. Relevanssisykli aloittaa suunnittelutieteellisen tutkimuksen sovelluskohteella, joka ei ainoastaan tarjoa tutkimuksen vaatimuksia syöteenä relevanssisyklille, vaan määrittelee myös hyväksymiskriteerit tutkimustulosten lopullista arviointia varten. Kenttätestauksen tulokset määrittävät, onko relevanssisyklin lisäiteraatioille tarvetta kyseisessä suunnittelutieteellisessä tutkimushankkeessa. Toinen kenttätestauksen tulos voi olla, että vaatimukset suunnittelutieteelliselle tutkimukselle olivat virheellisiä tai epätäydellisiä lopullisen artefaktin kanssa, joka täyttää vaatimukset, mutta on silti riittämätön esiteltyyn ongelmaan. (Hevner, 2007, s. 88-89)

Hevnerin (2007) mukaan suunnittelutiede ammentaa laajasta tieteellisten teorioiden ja insinöörimenetelmien tietopohjaa, joka antaa perustan täsmälliselle suunnittelutieteelliselle tutkimukselle. Hänen mukaansa tietopohja sisältää kahden tyyppistä lisättyä tietoa: Kokemukset ja asiantuntemus tutkimuksen sovellusalueella sekä nykyiset artefaktit ja prosessit sovellusalueella.

Täsmällisyysykli tarjoaa aikaisempaa tietoa tutkimukselle, jolla varmistetaan tutkimuksen innovaatio. Tutkimuksen täsmällisyys suunnittelutieteessä perustuu tutkijan taitoihin valita ja soveltaa oikeita teorioita ja menetelmiä artefaktin rakentamisessa ja arvioinnissa. (Hevner, 2007, s. 89-90)

Kuvion 5 keskeisessä osassa olevan suunnittelutieteellisen tutkimuksen sydämenä toimii suunnittelusykli. Suunnittelusykli iteroi artefaktin rakentamisen, arvioinnin ja myöhemmän palautteen välillä, jotta suunnittelua voidaan tarkentaa jatkossa. Tämä on se sykli, jossa suunnittelutieteellisen tutkimuksen kova työ tehdään. Suunnittelusyklin aikana on tärkeää huolehtia rakentamiseen käytetyn työmäärän ja kehittyvän artefaktin arvioinnin välisestä tasapainosta. Sekä työmäärän että arvioinnin täytyy uskottavasti perustua merkityksellisyyteen ja täsmällisyyteen. Artefaktin tulee olla täsmällisesti ja läpikotaisesti testattu laboratoriossa ja kokeellisissa tilanteissa ennen kuin artefakti otetaan relevanssisyklissä kenttätestaukseen. (Hevner, 2007 s. 90-91)

Kuten Luvussa 4.1 mainittiin Hevnerin ja Chatterjeen (2010) esittämä tarkistuslistan kysymykset voidaan sijoittaa kolmeen suunnittelutieteelliseen tutkimussykliin. Kuvio 6 demonstroi tarkistuslistan ja tutkimussyklarivälisiä suhteita.



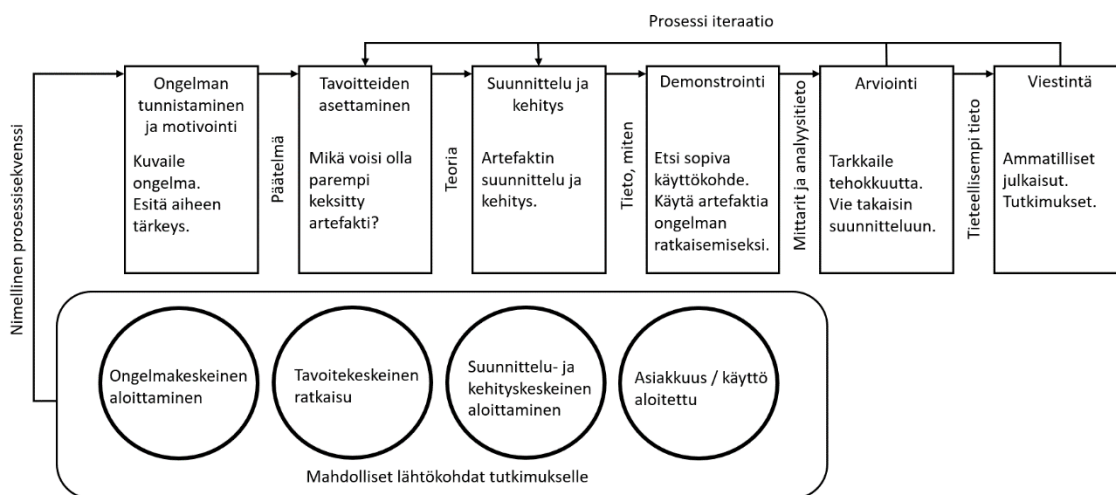
Kuvio 6. Tarkistuslistan kysymykset sijoitettuna suunnittelutieteen tutkimussykleihin.

Kuviosta 6 nähdään, että relevanssisykli sisältää Hevnerin ja Chatterjeen (2010) esittämistä tarkistuslistan kysymyksistä kysymykset 1, 6 ja 8, suunnittelusykli kysymykset 2, 3

ja 5, sekä täsmällisyssykli kysymykset 4 ja 7. Relevanssisykliin liitetyt kysymykset varmistavat, että tutkimuskysymys on määritelty kunnolla ja käsitelty riittävästi, ja että artefakti on kenttätestattu ja saatettu sovellusympäristöön. Suunnittelusykliin liitetyt tarkistuslistan kysymykset määrittävät artefaktin ja sen rakentamisessa käytetyt suunnitteluprosessit sekä millaisia suunnitteluparannuksia on löydetty ja miten sisäisiä parannuksia on löydetty suunnittelusyklien aikana. Täsmällisyssykliin yhdistetyt kysymykset ohjaavat miten artefakti hyödyntää ja pohjautuu aiempaan tietopohjaan, ja millaista uutta tietoa tutkimus tuottaa tietopohjaan.

4.3 Suunnittelutieteellinen tutkimusprosessi

Peffer ja muut (2007, s. 54) esittelevät artikkelissaan suunnittelutieteellisen tutkimusprosessin, joka sisältää kuusi eri vaihetta. Nämä vaiheet ovat 1) ongelman tunnistaminen ja motivaatio; 2) ratkaisun tavoitteiden määrittäminen; 3) suunnittelu ja kehitys; 4) demonstraatio 5) arviointi ja 6) kommunikaatio. Prosessimalli on esitetty kuviossa 7.



Kuvio 7. DSRM-prosessimalli (Peffer ja muut, 2007).

DSRM-prosessikaavio on menetelmä, jonka avulla saadaan toteutettua suunnitteluteollinen tutkimus. Prosessi sisältää kuusivaihetta ja se etenee järjestelmällisesti aina seuraavaan vaiheeseen. Jokaisessa vaiheessa syntyy jotain, mikä siirtyy prosessin seuraavaan vaiheeseen. Järjestyksessä prosessin alusta lueteltuna ongelman määrittelyn ja motivaation seurauksena syntyy päätelmä, joka perustuu kirjallisuuskatsaukseen ja tutkijoiden havaintoihin liiketoiminta ympäristöstä. Tämän perusteella kuvaillaan ongelman ratkaisun päämäärä ja tavoitteet. Tästä kehittyy teoria, joka siirtyy suunnittelu- ja kehitysvaiheeseen. Suunnittelusta ja kehityksestä syntyy opastavaa tietoa demonstraatiovaiheeseen. Artefaktin havainnollistamisesta syntyy tämän jälkeen metristä ja analyyttistä tietoa arviointia varten. Viestintä vaihe levittää tutkimuksen tuloksena saatua tietoa, joka liittyy tutkimuksen ongelmaan ja tärkeyteen, luotuu artefaktiin ja sen hyödyntämisestä ja uutuudesta eteenpäin. (Peffer ja muut, 2007)

Peffer ja muut (2007 s. 54-55) toteavat, että ongelman tunnistamisessa ja motivointivaiheessa määritellään tutkimuksen ongelma ja perustellaan ratkaisun arvo. Tutkimusongelman paloittelu pienempiin osiin ja ongelman määrittäminen helpottaa ymmärtämään tutkimusongelmaa, jonka pohjalta kehitetään artefakti, joka on ratkaisu esitetylle tutkimusongelmalle. Tutkimusongelman ratkaisun arvon perustelu saa aikaiseksi kaksi asiaa. Heidän mukaan se motivoi tutkijaa ja tutkimuksen yleisöä tavoittelemaan tutkimuksen ratkaisua ja hyväksymään tutkimuksen tulokset. Lisäksi ratkaisun arvon määrittely auttaa ymmärtämään pohdintaa, joka liittyy tutkijan käsitykseen ongelmasta.

Pefferin ja muiden (2007, s. 55) mukaan tavoitteiden asettamisella on tarkoitus määrittellä ongelman ratkaisun tavoitteet mitkä ovat ilmenneet ongelman määrittelystä ja tietämyksestä, kun tiedetään, mikä on mahdollista ja toteuttamiskelpoista. Tavoitteet voivat olla määrällisiä ja laadullisia. Määrällinen ratkaisu kertoo, mikä haluttu ratkaisu on parempi kuin nykyinen, ja laadullinen ratkaisu kertoo, kuinka kehitetyn artefaktin oletetaan tukevan ratkaisua ongelmiin, joita ei ole tähän mennessä osoitettu.

Prosessin kolmannen vaiheessa suunnitellaan ja kehitetään itse artefakti. Artefaktit ovat uusia teknisiä-, sosiaalisia- tai tietoresurssiominaisuuksia (Gregor & Hevner, 2013; Peffers ja muut, 2007). Peffersin ja muiden (2007 s. 55) mukaan tämä vaihe sisältää artefaktin halutun toiminnallisuuden ja sen arkkitehtuurin määrittämisen ja sitten todellisen artefaktin luomisen. Jotta voidaan siirtyä prosessimallin tavoitteiden määrittämisestä (vaiheesta kaksi) artefaktin suunnitteluun ja kehittämiseen (vaiheeseen kolme), pitää tietää vaiheen kolme tarvitsemat resurssit, kuten teorian tuntemusta, joka voidaan yhdistää artefaktiin.

Peffers ja muut (2007, s. 55) jatkavat, että demonstraatio vaiheessa demonstroidaan artefaktin käyttöä ratkaisemaan yksi tai useampi artefaktille osoitettu ongelma. Tämä voi sisältää testausta, simulaatiota, tapaustutkimusta, todistusta tai muuta sopivaa menetelmää. Demonstraatio vaiheessa tarvitaan todellista tietämystä, miten artefaktin käyttö ratkaisee määritellyn ongelman.

Peffersin ja muiden (2007 s. 56) mukaan arvioinnilla havainnoidaan ja mitataan, kuinka hyvin artefakti tukee ratkaisua ongelmaan. Arviointi sisältää ratkaisun tavoitteiden ja todellisen havainnoitujen tulosten vertailua artefaktin käytöstä demonstraatiovaiheessa. Ongelman luonteesta riippuen artefaktin arviointi voidaan toteuttaa monessa eri muodossa. Arviointi voidaan toteuttaa artefaktin toiminnallisuutta vertaamalla prosessin vaiheesta kaksi esiteltyihin tavoitteisiin määrällisesti. Lisäksi arviointi voidaan toteuttaa laadullisesti. Tästä vaiheesta tutkija voi päättää mihin kohti prosessikaaviota iteraatioprosessi palaa.

Peffersin ja muiden (2007) esittämän prosessimallin viimeinen vaihe – viestintä – levittää tietoa ongelmasta ja sen merkityksestä, artefaktista ja sen hyödystä ja uutuudesta, suunnittelun tarkkuudesta ja tehokkuudesta tutkijoille ja muulle yleisölle. He kuitenkin toteavat, että DSRM-prosessin ei kuitenkaan tarvitse alkaa kaavion alusta, vaan käytännössä se voi alkaa mistä tahansa prosessin vaiheesta. Tämän jälkeen, kun tutkimusprosessi on

saatu käyntiin, prosessi toistaa itseään, kunnes määritelty ja kuvailtu ratkaisu on saatu aikaiseksi.

4.4 Tutkimussuunnitelma ja kehitysprosessi

Tässä aluvussa kerrotaan, miten suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivoja käytetään tämän tutkimuksen tutkimussuunnitelmana. Tutkimuksen kehitysprosessia kuvataan edellisessä aluvussa esitellyn DSRM-prosessimallin avulla. Aluvussa 4.1 esiteltiin Hevnerin ja muiden (2004) ja Hevnerin ja Chatterjeen (2010) muodostamat suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat. Suuntaviivojen toteutus toimii tämän tutkimuksen tutkimussuunnitelmana ja kehitysprosessina. Taulukossa 6 on esitelty suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivojen kuvaukset ja toteutukset tässä tutkimuksessa.

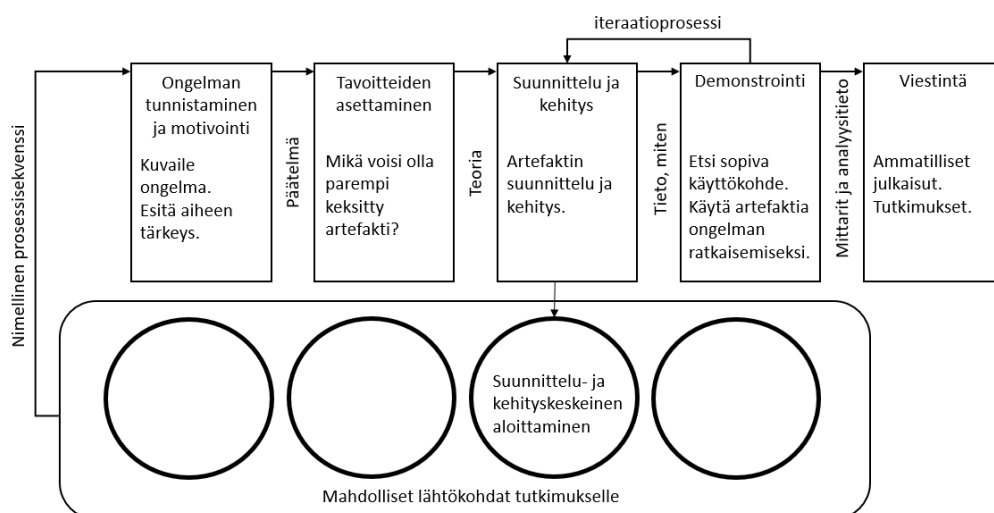
Taulukko 6. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivojen toteutus tässä tutkimuksessa

Suuntaviiva	Kuvaus	Suuntaviivan toteutus
1. Artefaktin suunnittelu	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen on tuotettava toteuttamiskelpoinen artefakti käsitteen, mallin, menetelmän tai ilmentymän (esimerkin) muodossa.	Tämän tutkimuksen tarkoituksena on toteuttaa suunnitteluohjeistus robotin ulkomuodon suunnitteluun korkeakouluympäristössä.
2. Tutkimusongelman merkitys	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen tavoite on kehittää teknologiaan pohjautuvia ratkaisuja tärkeisiin ja relevantteihin liiketoiminnan ongelmiin.	Luvussa 5.1. ja 5.2. käydään läpi tämän tutkimuksen ongelman tunnistaminen ja motivointi sekä tämän tutkimuksen tavoitteiden asettaminen.
3. Suunnittelun arviointi	Suunnittelun artefaktin hyödyllisyys, laatu ja tehokkuus täytyy osoittaa tarkasti hyvin toteutettujen arviointimenetelmien avulla.	Tässä tutkimuksessa ei toteuteta artefaktin arviointia. Arviointi voidaan toteuttaa jatkotutkimuksissa.
4. Tutkimuspanokset	Tehokas suunnittelutieteellinen tutkimus antaa selkeän ja todennettavissa olevan panoksen suunnittelu artefaktin, suunnittelu perustan ja/tai suunnittelu menetelmien alueille.	Tämän suunnitteluohjeen avulla voidaan toteuttaa korkeakouluopetukseen soveltuvan robotin ulkomuoto.
5. Tutkimuksen täsmällisyys	Suunnittelutieteellinen tutkimus pohjautuu tarkkojen menetelmien	Artefaktin tietopohja perustuu tutkimuksen lukuihin 2 ja 3. Aineiston hankinnassa käytetään haastatteluja.

	soveltamiseen sekä suunnittelu artefaktin rakentamisessa että arvioinnissa.	
6. Tutkimuksen suunnitteluprosessi	Tehokkaan artefaktin toteuttaminen vaatii käytettävissä olevien keinojen hyödyntämistä haluttujen päämäärien saavuttamiseksi samalla, kun noudatetaan tutkimusympäristön asettamia vaatimuksia.	Luvussa 4.3. on kuvattu, kuinka suunnittelutieteellinen tutkimusprosessi toteutetaan tässä tutkimuksessa.
7. Tutkimuksen viestintä	Suunnittelutieteellinen tutkimus on esitettävä tehokkaasti sekä teknologia- että johtamisorientoituneelle yleisölle.	Tutkimus julkaistaan Vaasan yliopiston OSUVA -tietokannassa.

Hevnerin ja muiden (2004) mukaan näiden seitsemän suuntaviivan avulla on tarkoitettu auttaa tutkijoita, kriitikoita, toimittajia ja lukijoita ymmärtämään tehokkaan suunnittelutieteellisen tutkimuksen vaatimuksia. Kuten aikaisemmin mainittiin, näiden suuntaviivojen toteutus toimii tämän tutkimuksen tutkimussuunnitelmana ja samalla suuntaviivojen toteutuksen kuvaus auttaa lukijaa seuraamaan tutkimuksen etenemistä.

Tässä tutkimuksessa käytetään suunnittelutieteellisen tutkimuksen prosessimallia, kuitenkin siten, että artefaktin arviointi jätetään tutkimuksen laajuudesta pois (ks. kuvio 8). Artefaktin arviointi voidaan toteuttaa jatkotutkimuksessa, mikäli sellaiselle nähdään tarvetta.



Kuvio 8. DSRM-prosessimalli tässä tutkimuksessa.

Ensimmäisessä vaiheessa käsitellään, miksi opetusrobotin ulkomuodolle tarvitaan suunnitteluohjeistus. Kirjallisuudesta on havaittavissa, että opetuskäytössä on käytetty hyvin eri näköisiä robotteja. Robottien rooli on vaihdellut eri opetusrooleissa, mutta samaan rooliin on sovellettu myös eri näköisiä robotteja.

Tutkimusprosessin toisessa vaiheessa artefaktille määritellään selkeät tavoitteet, jotka artefaktin tulee toteuttaa. Tavoitteet perustuvat ensimmäisessä vaiheessa esiteltyihin robotin ulkonäön suunnitteluun sekä ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen liittyviin ongelmiin. Tavoitteiden täytyminen käydään läpi suunnittelutieteellisen tutkimusprosessin viidennessä vaiheessa, mutta tämä tutkimus ei sisällä viidettä vaihetta, joten tavoitteiden toteutuminen käydään läpi prosessin neljännessä vaiheessa.

Kolmannessa vaiheessa suunnitellaan ja toteutetaan artefakti, jonka tavoitteet ovat määritelty prosessin vaiheessa kaksi. Artefaktin suunnittelussa ja toteutuksessa hyödynnetään aiemmissa tutkimuksissa tarkasteltua teoriaa sekä korkeakouluopiskelijoille toteutettuja teemahaastatteluja. Prosessin neljännessä vaiheessa demonstroidaan kolmannessa vaiheessa toteutettu suunnittelumalli opetuskäyttöön tarkoitetun robotin ulkonäön suunnittelua varten. Demonstraatiossa toteutetaan prototyyppi opetuskäyttöön soveltuvasta robotin ulkonäöstä suunnitteluohjeiden avulla.

Tässä tutkimuksessa käytetyssä prosessimallin viidennessä vaiheessa tutkimuksen viestintä tapahtuu Vaasan yliopiston pro gradu -seminaarissa, minkä lisäksi tutkimus julkaistaan Vaasan yliopiston OSUVA -tietokannassa. Kyseinen tietokanta on Vaasan yliopiston avoin julkaisuarkisto, josta löytyy Vaasan yliopiston omat julkaisut, opinnäytteet sekä tieteellisten artikkeleiden rinnakkaistallenteet (OSUVA, 2022).

4.5 Haastattelu aineistonkeruumenetelmänä

Tutkimuksessa käytettävä aineisto kerätään haastattelun avulla. Olen kerännyt luvun 3 kirjallisuuskatsausten perusteella listan opetuksessa käytetyistä roboteista, jotka löytyvät kuvina Reevesin ja muiden (2020) artikkelista, jossa he hyödynsivät *Stanford Social Robot Collection* -tietokantaa. Ennen haastattelua näytän robottikuvia, joista opiskelija voi valita haluamansa robotin opetustilanteeseen. Tämän jälkeen haastattelun opiskelijoita, jonka aikana haastattelun pohjalta voidaan muodostaa kokonaisuus robotin ulko muodosta valittuun opetusmuotoon. Aineisto on rajattu korkeakouluopiskelijoihin, koska tutkimusastelemassa käytetty oppimistilanne ja -ympäristö perustuu tutkijan kokemaan opetukseen Vaasan yliopistossa.

Ihminen (tässä tutkimuksessa opiskelija) on tutkimustilanteen subjekti, jonka rooli tutkimuksessa on luoda merkityksiä ja olla aktiivinen osapuoli tutkimuksessa. Haastattelun avulla halutaan selventää ja syventää saatavia vastauksia ja tietoja. (Hirsjärvi ja muut, 2009)

Hirsjärvi ja muut (2009, s. 208) toteavat, että tutkimushaastatteluja on jaoteltu kirjallisuudessa useisiin eri ryhmiin eri nimikkein. Hirsjärvi ja muut (2009, s. 208) jaottelevat tutkimushaastattelut strukturoituun, eli lomakehaastatteluun, teemahaastatteluun ja avoimeen haastatteluun. Strukturoidussa haastattelussa kysymykset ovat määritelty etukäteen ennen haastattelua ja kysymykset esitetään etukäteen suunnitellussa järjestyksessä. Teemahaastattelu on strukturoidun ja avoimen haastattelun välimuoto, jolle on tyypillistä, että haastattelukysymykset liittyvät tiettyyn aihepiiriin, eli teemaan. Kysymykset eivät ole kuitenkaan sanatarkkaan ennalta määrättyjä eikä kysymyksillä ole tiettyä esitysjärjestystä. Avoimesta haastattelusta käytetään myös nimityksiä vapaa haastattelu, syvähaastattelu, informaalista haastattelusta, ei-johdetusta haastattelusta ja strukturoimattomasta haastattelusta. Avoin haastattelu muistuttaa eniten vapaata keskustelua, joten se vaatii paljon aikaa ja vaatii useita haastattelukertoja tutkimustiedon saamiseksi.

Tässä tutkimuksessa hyödynnetään teemahaastattelua. Hirsjärvi ja muut (2009, s. 208-209) toteavat, että teemahaastattelu ei ole ainoastaan laadullisen tutkimuksen menetelmä vaan sitä voidaan käyttää yhtä hyvin määrälliseen painottuvaan tutkimukseen. Teemahaastattelu aineistosta voidaan laskea frekvenssejä ja haastattelutuloksia voidaan analysoida ja tulkita eri tavoin. Teemahaastattelu ei ole siis pelkästään laadullisen tutkimuksen menetelmä. Haastatteluaineiston analyysitapana käytetään Hirsjärven ja Hurmeen (2009) mainitsemaa teemoittelulla. Teemoittelun käytössä hyödynnetään aineistosta nousevia teemoja, jotka ovat yhteisiä useammalle haastateltavalle. Haastatteluaineisto litteroidaan ja koodataan teemoittain, jonka jälkeen aineistosta kootaan esiin nousseet teemat. Haastatteluaineistoa käsitellään tarkemmin luvussa 5.3.1.

Haastateltavina tässä tutkimuksessa oli yhteensä 10 korkeakouluopiskelijaa Vaasan yliopistosta (8 henkilöä) ja Vaasan ammattikorkeakoulusta (2 henkilöä). Opiskelijoiden pääaineet olivat konetekniikka (1), tietojärjestelmätiede (5), liiketalous (1), taloustiede (1), talousoikeus (1), laskentatoimi ja tilintarkastus (1). Haastateltavat rekrytoitiin tutkimukseen Whatsapp viestipalvelussa olevan opiskelijoiden ryhmän kautta. Haastateltavat ovat iältään 24 - 28-vuotiaita ja haastateltavista 8 määritteli sukupuolen mieheksi ja 2 naiseksi.

Haastattelut toteutettiin etänä Zoom-palvelun avulla. Haastatteluista tallennettiin ääninauha. Haastateltavat saivat itse päättää haluavatko käyttää videoyhteyttä vai eivät. Tässä tutkimuksessa haastatteluiden tulkinnessa ei kuitenkaan hyödynnetty haastateltavien reaktioita tai kehon kieltä. Haastatteluaineistoa hyödynnetään tässä tutkimuksessa artefaktin kehityksessä ja suunnittelussa (katso luku 5.3 kokonaisuudessaan). Haastatteluaineiston tehtävänä on auttaa artefaktin kehityksessä antamalla artefaktille linjat.

5 Tutkimuksen toteutus

Tässä luvussa käsitellään Peffersin ja muiden (2007) DSRM-mallin neljä ensimmäistä ja viimeinen vaihe. Luvun alaluvut etenevät samassa järjestyksessä DSRM-mallin kanssa. Ensimmäiset kaksi vaihetta alustavat kolmannen vaiheen. Opiskelijahaastatteluita hyödynnetään artefaktin suunnittelussa ja kehityksessä, joten haastatteluaineistoa on käsitelty alaluvussa 5.3.

5.1 Ongelman tunnistaminen ja motivointi

Kuten Bartneck ja muut (2020) toteavat ihmisen ja robotin välisen vuorovaikutuksen ensimmäisessä suunnitteluperiaatteessaan, että robotin pitää kyetä täyttämään ne vuorovaikutuksen vaatimukset, joita sen ulkomuoto herättää ihmisessä. Luvuissa ja 2 ja 3 käytiin läpi tekijöitä, jotka vaikuttavat robotin ja ihmisen väliseen vuorovaikutukseen sekä millaisia robotteja on käytetty opetuskäytössä. Näissä luvuissa huomattiin, että opetuskäytössä käytettyjen robottien ulkonäkö vaihtelee. Opetuksessa käytettyjen robottien rooli on vaihdellut, mutta kirjallisuudesta havaittiin, että samaan rooliin on käytetty erinäköisiäkin robotteja. (katso kirjallisuuskatsaus) Johtopäätöksenä voidaan todeta, että juuri opetusympäristöön soveltuvaa robotin ulkonäköä ei ole suunniteltu tai ei ole konsensusta siitä millaiselta opetuskäyttöön soveltuva robotti näyttää.

Robotin ulkomuodon suunnitteluun opetuskäyttöön tarkoitetuista roboteista ei ole löydettävissä selkeää suunnitteluohjeistusta. Robotin ulkomuodon suunnitteluohjeistukset ovat osa isompia robotin kokonaisuuden suunnitteluohjeita, kuten Bartneckin ja muiden (2020) suunnitteluohjeet. Tämä toimii samalla tutkimuksen motivaationa, jotta saadaan luotua suunnitteluohjeet opetuskäyttöön tarkoitetun robotin ulkomuodon suunnittelua varten.

5.2 Tavoitteiden asettaminen

Kehitettävän artefaktin eli robotin ulkomuodon suunnitteluohjeen tavoitteena on kehittää robotin ulkonäkö opetuskäytössä käytettävälle robotille. Suunnitteluohjeen suunnittelussa ja kehityksessä hyödynnetään haastatteluaineistoa, jossa opiskelijoita pyydettiin kuvailemaan opetuskäyttöön tarkoitettu robotti. Suunnitteluohjeen tavoitteena on yhdistää luvuissa 2 ja 3 nousseita asioita sekä Bartneckin ja muiden (2020) esittämän ihmisen ja robotin vuorovaikutuksen suunnitteluperiaatteiden ensimmäinen kohta, joka on suunniteltavan muodon ja toiminnan yhteensovittaminen.

5.3 Artefaktin kehitys





Tässä luvussa kuvataan artefaktin suunnittelu- ja kehitysvaihe. Artefaktin suunnittelu- ja kehitysvaiheessa on tarkoitus luoda artefaktin toiminnallisuus ja arkkitehtuuri. Artefakti pohjautuu aiemman teorian päälle ja se voi olla suunniteltu esine, rakenne, malli, menetelmä tai ilmentymä (Gregor & Hevner, 2013). Alaluvussa 5.3.1 käydään läpi opiskelijahaastatteluiden tuloksia, jotka toimivat osana suunnitteluohjeen tietopohjaa. Alaluvussa 5.3.2 kuvataan artefaktin kehitystä ja käydään läpi tarkemmin suunnitteluohjeen vaatimusmäärittelyt.

5.3.1 Opiskelijahaastattelut

Opiskelijahaastatteluiden tarkoituksena oli haastatella Vaasan alueen korkeakouluopiskelijoita ja saada selville millaisia ulkoisia ominaisuuksia he odottavat opetuskäyttöön tarkoitelta robotilta. Tutkimuksen aluksi jokaiselle opiskelijalle näytettiin 19 erilaista robottia, joita on käytetty opetuskäytössä. Tässä tutkimuksessa käytetyt robotit jaotellaan Waltersin ja muiden (2008) sekä Raun ja muiden (2010) määritelmien (ks. luku 3.1.) mukaan taulukon 7 mukaisesti. Taulukossa 7 esiintyvien robottien nimet alkaen ylhäältä

vasemmalta ovat: Baxter, Matilda, Spykee, Bandit, Bioloid, Darwin, Nao, Pepper, Tiro, Wakamaru, Zeonr25, Ishiguro, Saya, Aibo, iCat, Keepon, Pleo, Tega ja Dragonbot





Taulukko 7. Robotin ulkomuotomääritelmä ja kuva robotista.

Ulkomuodon määritelmä	Robotin ulkonäkö
Mekaaniset/toiminnalliset	
humanoidit/antropomorfiset	
androidit/antropomorfiset	
Eläimenkaltaiset	

Ennen haastattelun alkua opiskelijat saivat valita minkä näistä 19 eri robotista he valitsivat opettajakseen ulkonäön perusteella, mikäli opettaja korvattaisiin jollakin edellä esitetyistä roboteista. Opiskelijoista kuusi (6) valitsi Pepper humanoidin, kaksi (2) valitsi

Saya androidin, yksi (1) valitsi Tiro humanoidin ja yksi (1) valitsi Ishiguro androidin. Taulukossa 8 on esitelty haastateltavan numero, valitun robotin nimi ja kuva.

Taulukko 8. Opiskelijoiden valitsemat robotit.

Haastateltava	Tiro 	Pepper 	Saya 	Ishiguro 
H1	x			
H2		x		
H3		x		
H4		x		
H5		x		
H6			x	
H7		x		
H8			x	
H9		x		
H10				x

Haastattelun aluksi opiskelijat saivat valita opetustilanteen, johon kuvittelivat itsensä. Nämä opetustilanteet olivat 1) opettajakeskeinen- /luentomenetelmä, 2) keskustelumenetelmä, 3) osallistavamenetelmä ja 4) seminaarimenetelmä. Opiskelijoista neljä (4) valitsi opettajakeskeisen- /luentomenetelmän, kaksi (2) valitsi keskustelumenetelmän, kolme (3) valitsi osallistavanmenetelmän ja yksi (1) valitsi seminaarimenetelmän. Nämä opetusmenetelmät pohjautuvat Danielin (2021) esittämään listaukseen opetusmenetelmiä ja strategioita. Tämän jälkeen aloitettiin haastattelu, jonka aikana opiskelija kuvaili robotin, joka toteuttaa opiskelijan valitsemaa opetusmenetelmää.

Haastatteluissa opiskelijoilta kysyttiin seuraavanlaisia apukysymyksiä, jotta haastattelun lopputuloksena saatiin kuvailtua robotin kokonaisuus.

- Onko robotilla raajoja?
- Minkä kokoinen robotti on?
- Liikkuuko robotti ja jos liikkuu niin miten?
- Onko robotilla ilmeitä?
- Millä tavalla robotin vuorovaikutus ja käytös ilmenee?

Kerätystä haastatteluaineistosta on mahdollista erottaa seitsemän eri osa-aluetta, joiden perusteella voidaan muodostaa taulukko. Osa-alueet pohjautuvat osittain aikaisemmin kuvattuihin haastattelun apukysymyksiin. Nämä osa-alueet ovat robotin liike, koko, robotin sisältämät raajat, ilmeet, vuorovaikutuksen ilmeneminen, robotin ääni sekä käytös. Samalla nämä osa-alueet toimivat taulukon sarakkeiden otsikkona. Taulukkoon 9 on muodostettu haastatteluaineiston pohjalta edellä kuvattu taulukko. Taulukon soluissa ilmenevä ei määritelty -arvo tarkoittaa, että haastateltava ei kuvaillut tarkemmin kyseessä olevaa toimintoa. Ilmeet -sarakkeen tulokset avataan erikseen taulukossa 10, jotta taulukko 9 saadaan pidettyä luettavammassa muodossa.

Taulukko 9. Haastatteluaineisto jaoteltuna osa-alueittain.

Haastateltava	Liike	Koko	Raajat	Ilmeet	Vuorovaikutus	Ääni	Käytös
H1	Rullat/Renkaat.	150 cm.	Kädet ja pää.	Kyllä.	Puhe.	Ihmismäinen.	Kylmä.
H2	Rullat/Pienet renkaat.	170-180 cm.	Kädet ja pää.	Kyllä.	Puhe, näyttö ja raajojen liike.	Feminiininen ja painotettu.	Kohtelias.
H3	Ei liiku.	160-180 cm.	Kädet ja pää (ja- lat).	Ei määritetty.	Puhe ja raajojen liike.	Feminiininen ja hieman robottimainen.	Muistuttaa ihmistä.
H4	Rullat.	170 cm.	Kädet ja pää.	Yksi perusilme.	Puhe, näyttö ja raajojen liike.	Feminiininen ja kuuluva.	Rauhallinen ja asiantunteva.
H5	Ei liiku.	Ei määritetty.	Ei.	Ei.	Tekstin syöttö.	Ei.	Ei määritetty.
H6	Ei määritetty.	150-160 cm.	Ihmisen ruumis.	Ei määritetty.	Puhe ja ihmismäinen käytös.	Feminiininen ja painotettu.	Ei määritetty.
H7	Pyörät.	140-160 cm.	Kädet ja pää.	Kyllä.	Puhe, näyttö ja raajojen liike.	Painotettu ja matala ihmisääni.	Ystävällinen.
H8	Ei liiku.	Ei määritetty.	Ei.	Ei.	Puhe.	Muu.	Ei määritetty.
H9	Ei määritetty.	Ei määritetty.	Kädet ja pää.	Kyllä.	Puhe ja raajojen liike.	Robottiääni.	Rohkaiseva.
H10	Ei määritetty.	>150 cm.	Ei määritetty.	Ei.	Puhe ja näyttö.	Ei määritetty.	Ei määritetty.

Taulukon 9 ensimmäinen sarake sisältää haasteltavan numeron, jota hyödynnetään, kun selvitetään minkä opetusmenetelmän kukin haastateltava valitsi omalle robotilleen. Robotin keskiarvolliseksi kooksi opiskelijahaastatteluista saadaan 161,7 cm. Kaikilla kuvatuilla roboteilla on kädet ja pää. Haastatteluista kävi ilmi, että käsien tuli toimia osana vuorovaikutusta. Jotkut haastateltavista kuvasivat robotille myös näytön, jota robotti ja opiskelija voivat hyödyntää keskinäisessä vuorovaikutuksessa. Seuraavaksi on esitetty haastateltavan kuvailu robotissa olevasta näytöstä ja käytöstä vuorovaikutustilanteessa.

H4: *"Robotissa olisi kiinni näyttö".* (Vuorovaikutus ilmeni) ...esimerkiksi digitaalisesti... esimerkiksi kyselyihin vastaamalla. En usko, että siinä olisi keskustelua opiskelijan ja robotin välillä, mutta mahdollisesti voisi olla keskustelua."

Opiskelijat kuvasivat haastattelussa robotin kasvon piirteitä. Kuvailut kasvon piirteet ovat esitelty taulukossa 10. Robottien pää ja kasvojen piirteet vaihtelevat robottien välillä kolmiulotteisista kasvojen piirteistä näyttöön. Myös kasvonpiirteiden tarkkuus vaihteli haastatteluaineistossa. Yhteistä näillä on kuitenkin, että roboteilla tulee olla tunnistettavissa olevat silmät ja suu.

Taulukko 10. Opiskelijoiden kuvailemia robotin päitä ja kasvon piirteitä

Haastateltava	Pään ja kasvojen piirteet
H1	<i>"Robotilla on kasvot ja ilmeitä. Kasvot olisivat näyttö, jossa näkyy emoji-pohjaisia ilmeitä."</i>
H2	<i>"Pää, jossa liikkuvat silmät ja suu sekä pelkistetyt kasvonpiirteet."</i>
H4	<i>"Pää, jossa on silmät sekä suu, muttei tarkempia kasvon piirteitä minkä lisäksi robotilla on yksi perusilme."</i>
H6	<i>"Kasvonpiirteinä robotilla olisi silmät, korvat, nenä, suu ja hiukset (vaalea polkkatukka)."</i>
H7	<i>"Pää ja kasvot olisivat kolmiulotteiset ja silmät olisivat kaksi tummaa palloa." "Robotilla olisi ystävällisen näköiset ilmeet..."</i>
H10	<i>"Ilmeet olisivat rohkaisevia."</i>

Opiskelijahaastatteluista kävi ilmi, että robotin ulkonäköön yhdistetään tiettyjä ominaisuuksia kuten liike ja puhe. Haastatteluaineistosta on havaittavissa, että kaikki paitsi yksi kuvailtu robotti - joka sekään ei varsinaisesti ollut robotti vaan tekoälyyn pohjautuva sovellus, jota käytetään osallistavassa opetusmenetelmässä opetusohjelmana - kykeni tuottamaan puhetta joko ihmisenvälityksellä tai itsenäisesti robotin vuorovaikutuksen ominaisuutena. Haastatteluaineistosta käy ilmi, että opiskelijat vertasivat robotin ääntä Google Maps -karttaohjelman feminiiniksi ääneksi, joka kykenee painottamaan puhettaan.

Robotin käytöstä opiskelijat kuvailivat hillityksi ja rauhalliseksi. Yksi haastateltavista kuvaili käytöksen myös kylmäksi. Haastatteluaineiston vastaukset käytöksestä muistuttavat niin sanottuja hyviä käytöstapoja. Kuitenkin robotin käytöksen havainnollistaminen ja mittaaminen tässä tutkimuksessa on haastavaa, koska robotista toteutetaan staattinen prototyyppi, ja edellä mainitut tulokset ovat opiskelijoiden subjektiivisia näkemyksiä käytöksestä, joten haastatteluaineistosta ei voida tehdä yhtä selkeää johtopäätöstä robotin käyttöön liittyen.

5.3.2 Artefaktin kehittäminen

Suunnitteluohjeessa esitettävät ohjeistukset kerättiin tutkimussykleihin perustuen. Ohjeistuksen apuna käytettiin opiskelijahaastatteluiden tuloksia, joista ilmenee opiskelijoiden mielipide, millaisia ulkoisia ominaisuuksia heidän mielestä tietyntyyppisissä opetus-tilanteissa olevilta roboteilta vaaditaan. Nämä määritelmät käytiin läpi aikaisemmassa alaluvussa. Lisäksi suunnitteluohjeissa käytetään hyödyksi tutkimuksen teoriaosioita. Näin ollen tutkimuksen tietopohjan muodostavat opiskelijahaastattelut ja teoria luvut 2 ja 3. Artefakti siis pohjautuu ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutuksen teoriaan ja miten robotin ulkomuoto vaikuttaa tähän vuorovaikutukseen sekä opiskelijahaastatteluihin. Artefakti tulee mukailemaan aikaisempaa robotin suunnitteluohjetta, jota on sivuttu luvussa 2.4.

Suunnitteluohjeistuksen jokaisen ohjeen jälkeen seuraa lyhyt kuvaus ohjeesta, jossa hyödynnetään suunnitteluohjeeseen liittyvää aiempaa tutkimusta ja/tai opiskelijahaastattelua.

Määrittele mitä opetusmenetelmää robotti toteuttaa.

Ihmisen ja robotin välisen vuorovaikutuksen ensimmäinen suunnitteluperiaate on suunniteltavan muodon ja toiminnan yhteensovittaminen (Bartneck ja muut, 2020). Haastatteluaineistosta on havaittavissa, että robotin ulkonäkö vaihteli eri opetusmenetelmien välillä. Tämä Suunnitteluohje johdattelee, millaiseksi robotin rooli kuvaillaan seuraavassa suunnitteluvaiheen osassa.

Määritä robotin rooli opetustilanteessa.

Sharkey (2016) toteaa, että luokkaopetuksessa on käytetty robotteja neljällä tavalla eri tavalla : 1) robotti luokanopettajana tai yksityisopettajana (engl. tutor), 2) robotti kaverina ja ikätoverina, 3) robotti huolta välittävänä kaverina ja 4) etäläsnäolorobotti (eng. telepresence robot) opettaja. Belpaeme ja muut (2018) mainitsevat myös edellä mainittujen roolien lisäksi, että robottia voidaan käyttää aloittelijana (novice) luokkahuoneessa, jolloin opiskelija toimii ohjaajana robotille.

Opetustilanteet, joissa robotit toimivat vertaisoppijana, robotin ja opiskelijan vuorovaikutus on kahdenkeskeistä. Tilanteissa, joissa robottia käytetään uutena kanavana opetuksen toteutuksessa, robotti toimii joko suoraan opettajana tai opettajan avustajana. Tällöin vuorovaikutus kohdistuu koko luokkaan. Robotin toimiessa vertaisena opiskelijalle, oppimistilanne voidaan kokea vähemmän pakottavaksi. (Belpaeme ja muut, 2018)

Tämän suunnitteluohjeen kohdan avulla voidaan määritellä millaisia vuorovaikutustilanteita robotilla ja opiskelijoilla on? Kuinka monta osapuolta vuorovaikutustilanteissa on?

Robotin rooli opetustilanteessa vaikuttaa millaisia ominaisuuksia robotilla tulee olla. Ks. myöhempi määritelmä esimerkiksi robotin liikekyvystä.

Robotti ei saa olla ulkomuodoltaan liian mekaanisen, eläimen tai androidin robotin näköinen.

Bartneck ja muut (2009) toteavat, että vaikka tietyn robotin suunnittelun tarkoituksena ei olisikaan olla mahdollisimman ihmisenkaltaisen näköinen, on silti tärkeää sovittaa robotin ulkonäkö sen kykyihin. Liian antropomorfinen ulkonäkö voi herättää odotuksia, joita robotti ei kykene täyttämään. Myös antropomorfismin ja outolaaksoteorian näkökulmasta robotin ulkonäköön liittyy oletuksia, jotka vaikuttavat ihmisen odotuksiin ja reaktioon robotista. Phillips ja muut (2017) toteavat, että humanoidit-, kotitalous- ja generiset robotit muodostavat ryhmän, jotka sisältävät enemmän ihmisenkaltaisia ominaisuuksia kuin robotit, jotka ovat tarkoitettu sotilaalliseen, etsintään ja pelastukseen liittyvään käyttöön.

Phillips ja muut (2017) toteavat, että ihmiset oletusarvoisesti ajattelevat robotin muistuttavan ulkomuodoltaan humanoidia robottia. Robotti ei kuitenkaan saa sisältää niin paljoa ihmisen kaltaisia ominaisuuksia, että se alkaa näyttämään androidilta robotilta. Kirjallisuuskatsauksiin perustuen eniten opetuskäytössä käytetty robotti on NAO humanoidi (Belpaeme ja muut, 2018; Rosanda & Istenic Starcic, 2020).

Opiskelijat valitsivat ennen haastattelutilannetta opetuskäyttöön soveltuvaksi robotiksi Pepper humanoidirobotin (ks. taulukko 8). Myös haastatteluaineistossa kuvaillut robotit sisälsivät humanoidien robottien piirteitä.

Robotti on kooltaan 120-150 cm pitkä.

Robotin kokoon vaikuttaa mihin opetustilanteeseen ja rooliin robottia suunnitellaan. Ks. suunnitteluohjeen kohdat 1 ja 2. Haastatteluaineistosta havaitaan, että joissain opetustilanteissa robotin ei tarvitse liikkua, koska robotin on tarkoitus luennoida. Toisessa tilanteessa ja roolissa robotin oletetaan kykenevän liikkumaan sulavasti paikasta toiseen.

Haastatteluaineistossa robotin pituudeksi kuvailtiin 161,7 cm. Belpaeme ja muut (2018) laskivat opetuskäytössä käytettyjen robottien koon painotetuksi keskiarvoksi 62 cm. Heidän mukaan pienempiä robotteja on yleensä käytetty nuorten lasten opetuksessa. Belpaemen ja muiden (2018) pituuden painotetusta keskiarvosta ja haastatteluaineiston robotin pituuden keskiarvosta laskettuna robotin keskiarvo on 111,85 cm. Tässä ohjeistuksessa kuitenkin painotetaan haastatteluaineiston pituutta enemmän, joten robotin pituudeksi ohjeistetaan 120-150 cm.

Robotilla tulee olla pää ja kasvot.

Robotilla, jolla on ihmisenkaltaiset kasvot, mielletään positiivisemmaksi ja miellyttävämmiksi, kuin mekaanisen näköiset robotit tilanteessa, jossa arvioitiin robotin sosiaalista älykkyyttä (Broadbent ja muut, 2013).

Phillips ja muut (2017) löysivät tutkimuksessaan, jossa he kysyivät osallistujia kuvailemaan robotteja, että yksi viidestä robotin visualisoinnin komponentista sisältää kuusi yhteistä piirrettä robotin päästä ja kasvoista. Näitä ovat silmä, kasvot, suu, nenä, pää ja korvat.

Kaikilla roboteilla, jotka ilmenivät kirjallisuuskatsauksessa, oli pää ja kasvot (Woo ja muut, 2021; Belpaeme ja muut 2018; Rosanda & Istenic Starcic (2020)). Myös suurimmalla osalla haastatteluaineiston roboteilla oli pää ja kasvot. Myös HRI suunnitteluperiaatteet viittaavat siihen, että robotilla tulisi olla pää.

Määritä miten robotin ulkonäkö tukee opiskelijan ja opetusrobotin välistä vuorovaikutusta.

Sosiaaliset robotit ovat autonomisia fyysisiä ilmentymiä, jotka kykenevät kommunikoi-
maan ihmisten kanssa sosiaalisten käytöstapojen myötä erilaisissa sosiaalisissa tilan-
teissa (Reeves ja muut, 2020). Rosanda ja Istenic Stracic (2020) mukaan sosiaalinen ro-
botti on kehitetty olemaan ihmistä vastaava osapuoli sekä kykenee toimimaan ihmisen-
kaltaisesti ja rooliltaan odotetulla tavalla sosiaalisessa vuorovaikutustilanteessa. Vaati-
musmääritelmä johdattelee millaisia vuorovaikutuskeinoja robotilla on. Haastatteluai-
neistossa kaikki, ketkä kuvailivat robotille raajoja, mainitsivat, että raajojen tulee toimia
osana vuorovaikutusta.

Robotin liikkuminen tapahtuu renkaiden avulla.

Haastatteluaineistoista ilmeni, että tilanteissa, joissa robotin oletettiin kykenevän liikku-
maan, robotti liikkui renkailla. Kuitenkaan robotin ei tarvitse kyetä liikkumaan. Ks. suunnit-
teluohjeen ohje numero 1 ja 2.

Edellä esitettyjen suunnitteluohjeiden perusteella voidaan luoda oppimisympäristöön
soveltuvan robotin ulkoasu. Osa suunnitteluohjeista on jyrkkiä, joissa kehoitetaan toimi-
maan tietyllä tavalla. Esimerkkinä voi olla ohjeet: *”Robotin liikkuminen tapahtuu renkai-
den avulla.”* ja *”Robotilla tulee olla kasvot ja pää.”*. Osa ohjeista puolestaan antavat suunnit-
telijalle tilaa suunnitella vapaammin, koska suunnitteluohje antaa suuntaa antavan
ohjeistuksen. Esimerkkinä voi olla ensimmäiset kaksi ohjetta: *”Määrittele mitä opetus-
menetelmää robotti toteuttaa.”* ja *”Määritä robotin opetustilanteessa.”*. Aikaisemmin
tässä alaluvussa esiteltyjä suunnitteluohjeita havainnollistetaan seuraavassa alaluvussa.

5.4 Demonstraatio

Tässä luvussa demonstroidaan aiemmassa luvussa suunniteltua ja kehitettyä artefaktia.
Demonstraatio suoritetaan simuloimalla suunnitteluohjeiden käyttöä robotin ulkonäön

suunnittelussa. Artefaktin demonstraation lopputuotteena syntyy ensimmäinen prototyyppi opetusrobotin ulkonäöstä. Tämä prototyyppi versio ja sen kehitys esitellään demonstraation aikana. Opetusrobotin ulkonäön prototyyppi syntyy, kun seurataan suunnitteluohjeita vaihe kerrallaan. Demonstraatio kuvaa tilanteen, jossa robotin suunnittelu aloitetaan alusta ja etenee kronologisessa järjestyksessä ohje kerrallaan kohti suunnitteluohjeiden loppua. Opetusrobotin ulkonäön prototyyppi on toteutettu BlocksCAD 3D mallinnusohjelmalla. Seuraavaksi työssä käydään läpi yksitellen suunnitteluohjeiden vaiheet.

Määrittele mitä opetusmenetelmää robotti toteuttaa.

Osallistavassa opetusmenetelmässä opiskelija osallistuu aktiivisesti opetustilanteeseen ja oppii tekemällä hänelle osoitettuja tehtäviä. Kyseisessä opetusmenetelmässä robotin on kyettävä liikkumaan ja saavutettava opiskelija, jotta robotti kykenee neuvomaan ja opastamaan opiskelijaa. Opetustilanteen aktiivisena osapuolena opiskelijat kysyvät robotilta neuvoa ja apua, ja näin ollen robotin on kyettävä kommunikoimaan opiskelijoiden kanssa vuorovaikutustilanteissa.

Tässä demonstraatioissa opiskelijat tekevät luokahuoneessa tietokoneilla ennalta määrättyjä tehtäviä. Opetusrobotti ei ole antanut näitä tehtäviä opiskelijoille vaan opiskelijat ovat saaneet tehtävänannon kurssin ihmisopettajalta muuta kautta. Robotti kertaa kuitenkin tehtävänannot opetustilanteen aluksi, jonka jälkeen opiskelijat voivat aloittaa tehtävien tekemisen omaan tahtiin.

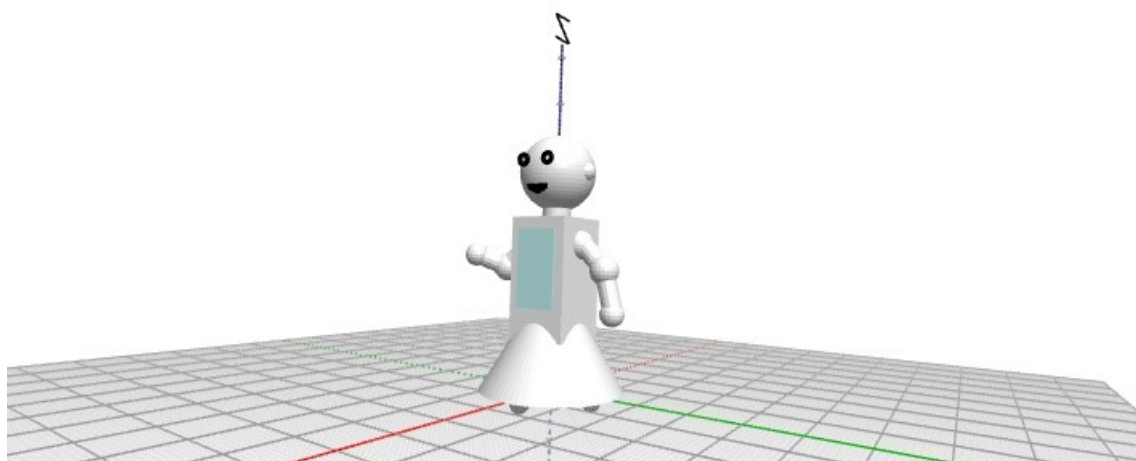
Määritä robotin rooli opetustilanteessa.

Robotin rooli tässä demonstraatioissa on toimia opettajan korvaajana edellä mainitussa opetustilanteessa. Robotti opettaa ja ohjeistaa opiskelijoita luokassa. Robotti sijaitsee luokan edessä odottaessaan, että opiskelijat pyytävät siltä apua. Jotta robotti osaa reagoida opiskelijan avun tarpeeseen tulee robottia kutsua sille annetulla nimellä. Robotti

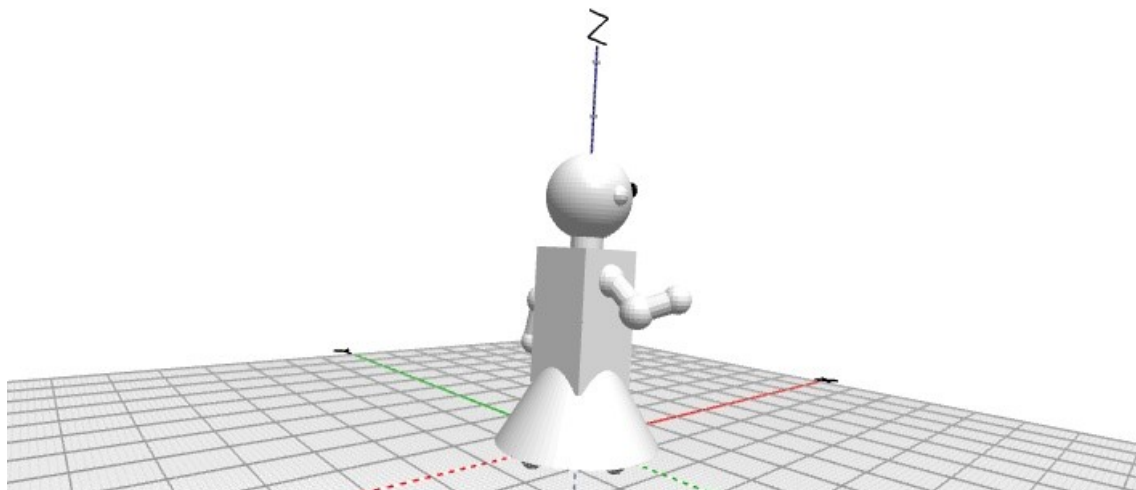
reagoi tähän syötteeseen ja vastaa ko. syötteeseen kääntymällä opiskelijaa kohden. Robotti on oppimistilanteen alussa vuorovaikutuksessa kaikkien opiskelijoiden kanssa, mutta varsinainen opetus on kahdenkeskeinen vuorovaikutustilanne opiskelijan kanssa.

Robotti ei saa olla ulkomuodoltaan liian mekaanisen, eläimen tai androidin näköinen.

Demonstraatiossa toteuttava robotti on ulkomuodoltaan humanoidi. Robotin toteuttama opetusmenetelmä ja rooli sisältää erilaisia vuorovaikutustilanteita, joten robotilla on hyvä olla erilliset kädet, pää ja kasvot, joita se hyödyntää vuorovaikutustilanteissa. Robotin keskivartalossa on pitkittäissuuntainen näyttö, joka mahdollistaa asioiden esittämisen opiskelijalle näytön avulla. Robotti on väritykseltään valkoinen, jossa on mustina yksityiskohtina silmät ja suu. Valkoisen värin tarkoituksena on tehdä robotista mahdollisimman neutraalin näköinen. Robotti levenee myös alaspäin, jotta robotin renkaat saadaan piilotettua, ja näin ollen robotin mekaanisuutta saataisiin piilotettua. Kuvioissa 9 ja 10 havainnollistetaan robotin ulkomuodon piirteitä robotin etu- ja takapuolelta, ja kuinka edellä mainitut ominaisuudet näkyvät demonstroitavassa opetusrobotin prototyypissä.



Kuvio 9. Opetusrobotin prototyyppi etuviistosta.



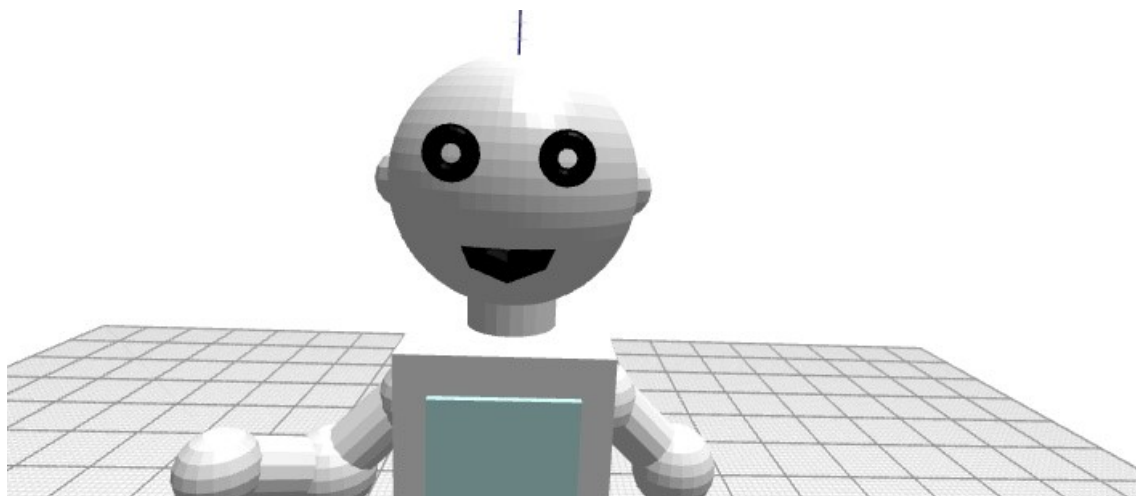
Kuvio 10. Opetusrobotin prototyyppi takaviistosta.

Robotti on kooltaan 120-150 cm pitkä.

Jotta robotti kykenee suoriutumaan luokahuoneessa opettajan roolissa, tulee robotin kyetä erottumaan kokonsa puolesta ja liikkumaan luokassa. Mikäli robotti olisi liian pitkä voi robotti kaatua ja aiheuttaa vaaratilanteen. Tämän kompensoimiseksi robotin tulisi olla suuri, mutta näin ollen robotti ei välttämättä kykenisi liikkumaan luokassa. Lyhyt robotti ei välttämättä näy luokassa ja voi olla vaikeasti saavutettavissa.

Robotilla tulee olla pää ja kasvot.

Opetusrobotti hakee katsekontaktin opiskelijaan, kun tämä pyytää apua robotilta. Robotin pää on osa vuorovaikutusta. Robotilla on kasvoina silmät ja suu. Robotilla on pienet pallot korvina, jotta pään pyöreys rikkoutuisi. Kuviossa 11 on hahmoteltuna robotin pää ja kasvot. Demonstraatiossa ei kyetä kokonaisuudessaan hyödynnettyä Phillipsin ja muiden (2017) esittämiä kuutta robotin kasvoille ja päälle löydettyä ominaisuutta. Nämä ominaisuudet voivat nousta esiin mahdollisissa myöhemmissä prototyypin kehityksen iteraatioissa.

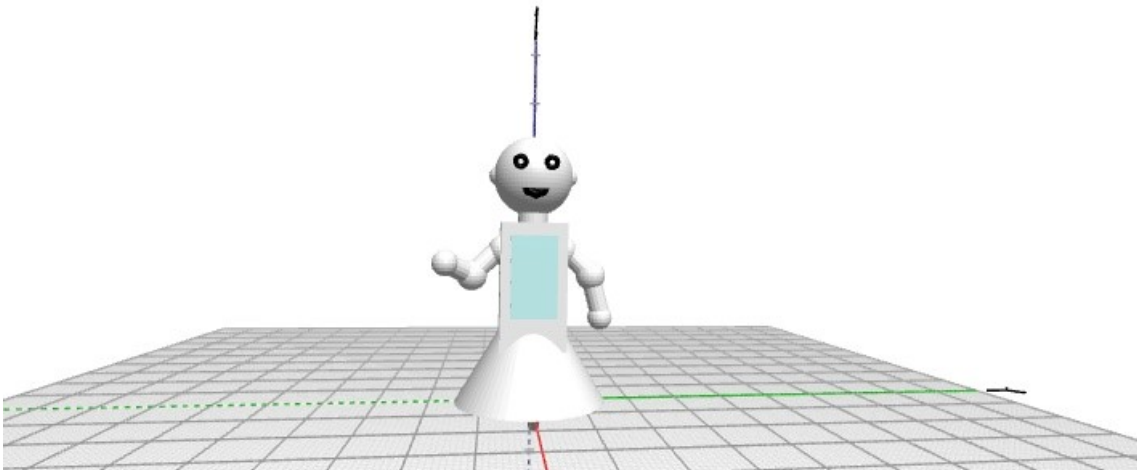


Kuvio 11. Opetusrobottiprototyypin pää ja kasvot.

Robotti reagoi kasvoillaan kuitenkin opiskelijan antamaan syötteeseen. Syöte on tässä tapauksessa puhe. Robotin ilmeet ovat rohkaisevia ja ystävällisiä ja ilmeiden tarkoitus on rohkaista opiskelijaa ja lisätä motivaatiota. Robotin suu kykenee liikkumaan puheen muodostuksen mukana, mikä saa suun näyttämään luonnolliselta. Myös robotin silmät kykenevät liikkumaan ja kohdistumaan opiskelijan silmiin.

Robotin raajojen tulee toimia osana vuorovaikutusta.

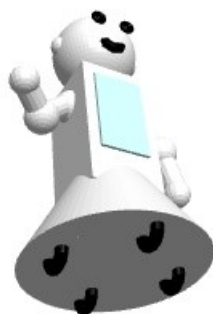
Opetusrobotin pää ja rintamasuunta kääntyy opiskelijaa kohti, joka on pyytänyt apua robotilta. Robotti hakee katsekontaktin opiskelijan äänen suuntaan ja rupeaa lähestymään opiskelijaa. Robotin saavuttua opiskelijan luo robotti aloittaa vuoropuhelun opiskelijan kanssa. Opetustilanteen aikana robotti tehostaa vuorovaikutusta käsien ja pään liikkeiden avulla. Kuten kuvio 12 havaitaan, robotilla on käsissään olka- ja kyynärnivelet sekä ranteet, jotka mahdollistavat luonnollisen käsien liikkeen. Lisäksi robotin pää on pallonivelen päällä, joten robotti kykenee myös liikuttamaan päätä eri suuntiin. Kaularangan avulla robotti kykenee pyörittämään päätänsä 360-astetta. Toisin sanoen robotti voi ottaa katseellaan yhden kiintopisteen luokasta ja pyörittää vartalooaan lattiaa vasten. Tämä mahdollistaa robotin liikkumisen ja katsekontaktin pitämisen yhdessä paikassa.



Kuvio 12. Opetusrobotin prototyyppi edestä

Robotin liikkuminen tapahtuu renkaiden avulla.

Robotin sujuvan liikkumisen varmistamiseksi robotin liikkuminen tapahtuu neljän renkaan avulla, jotka ovat sijoitettu robotin pohjaan. Kuvassa 5 näkyvät renkaat ja kuinka ne ovat sijoiteltu robotin pohjaan.



Kuvio 13. Opetusrobotin prototyyppin pohja, jossa näkyy liikkumiseen tarkoitetut renkaat.

Kuten kuviosta 13 huomataan, robotin alaruumis levenee alaspäin mentäessä, jotta se kykenee piilottamaan renkaat sisäänsä ja näin ollen vähentämään mekaanista ulkonäön astetta, jota renkaat lisääisivät näkyessään. Renkaat kykenevät pyörähtämään 360-astetta oman akselinsa ympäri mikä mahdollistaa robotin liikkumisen sujuvasti jokaiseen suuntaan. Lisäksi neljä rengasta tukevoittaa robottia, jolloin sen tasapaino säilyy paremmin eikä se kaadu ja aiheuta vaaratilanteita.

5.5 Viestintä

Tässä tutkimuksessa kehitetty robotin ulkonäön suunnitteluohje opetustilanteeseen on toteutettu suunnittelutieteellisen prosessimallin mukaisesti. Kehitetyn IT-artefaktin viestintä tapahtuu Vaasan yliopiston pro gradu -seminaarissa, minkä lisäksi tutkimus julkaistaan Vaasan yliopiston OSUVA -tietokannassa. Tutkimus on tarkoitus julkaista tieteellisenä artikkelina.

6 Diskussio

Tässä tutkimuksessa selvitettiin millaiset tekijät vaikuttavat ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen, ja miltä opetuskäyttöön tarkoitettun robotin ulkonäkö tulisi näyttää korkeakouluopiskelijoiden näkökulmasta. Tutkimuksen tavoitteena oli toteuttaa suunnitteluohjeet opetuskäyttöön tarkoitettun robotin ulkomuodon suunnittelua varten. Tutkimuksessa hyödynnettiin ihmisen ja robotin väliseen vuorovaikutukseen ja robotin ulkonäköön liittyviä teorioita, aikaisempia tutkimuksia opetusroboteista, opiskelijoiden haastatteluita sekä tutkijan omia kokemuksia aiheesta. Tutkimuksessa toteutettu artefakti, eli opetusrobotin ulkonäön suunnitteluohje osoittaa, että robotin ulkonäön määrittely tiettyyn rooliin tai tilanteeseen on haastavaa. Tämä johtuu siitä, että robotin rooli ja robotin toteuttama opetusmenetelmä vaihtelee eri opetustilanteissa. Näin ollen robotin ulkomuoto voi siis vaihdella paljon. Tutkimuksessa selvisi kuitenkin, että korkeakouluopiskelijat kuvailivat haastatteluissa robotille humanoidille robotille liittyviä ominaisuuksia. Merkittävää oli myös huomata, kuinka tarkasti opiskelijat kuvasivat vuorovaikutukseen liittyviä ominaisuuksia, kuten robotin ääntä, käytöstapoja ja raajojen liikettä

Tutkimustuloksien luotettavuutta rajoittaa se, että tutkimuksessa kehitettyä suunnitteluohjetta, ei kyetä arvioimaan. Tämä johtuu osittain siitä, että tutkimusmenetelmä rajataan suppeampaan viiden kohdan versioon DSRM-mallin täydestä toteutuksesta. Arvioinnin jääminen tutkimuksesta pois, rajoittaa suunnitteluohjeiden kehitystä ja tarkentamista, koska arviointivaihe voisi paljastaa mahdollisia puutteita ja epäkohtia suunnitteluohjeistuksesta. Jotta suunnitteluohjeista saataisiin edelleen luotettavimmat, tulisi suunnitteluohjeita demonstroida useammalla eri opetusmenetelmällä ja robotin roolilla.

Tässä tutkimuksessa toteutettiin demonstraatio ainoastaan yhdelle opetusmenetelmälle, joten suunnitteluohjeiden toimivuudesta ei kyetä todistamaan varmaa toimivuutta. Lisäksi vastaavanlaisten robotin ulkonäköön liittyvien suunnitteluperiaatteiden puute kirjallisuudessa hankaloittaa tässä tutkimuksessa luotujen suunnitteluohjeiden arviointia. Näin ollen suunnitteluohjeet perustuvat hyvin pitkälti teoriaan ja opiskelijahaastattelusta saatuihin arvioihin miltä robotti voisi näyttää.

Tulosten luotettavuuteen vaikutta myös haastatteluaineiston niukkuus. Opetusmenetelmän vaikutusta robotin ulkonäön kuvailuun pitäisi tarkentaa useamman haastattelun muodossa, jotta saataisiin tarkempi määritelmä, kuinka paljon tietyllä opetusmenetelmällä on merkitystä robotin ulkonäköön opiskelijoiden mielestä. Tuloksien luotettavuuteen voi vaikutta myös se, että opiskelijoille näytettiin tutkimuksen alussa robotteja, joita on käytetty opetuskäytössä. Tämä on voinut vaikuttaa siihen, että robottien kuvailussa on käytetty referenssinä haastattelun alussa esitettäviä robotteja. Lisäksi kaikille roboteille ei löytynyt kokonaista kuvaa tietokannasta, josta robottien kuvat haettiin.

Tutkimuksen teoriaosiossa nousseet aikaisempien tutkimusten ja tämän tutkimuksen tulosten ja haastatteluaineiston perusteella voidaan tehdä osittainen johtopäätös, että opettajan korvaaminen robotilla tässä tutkimuksessa käytetyissä opetusmenetelmissä on haastavaa. Tutkimuksen demonstraatio vaiheessa esiteltiin robotti, joka korvasi opettajan opetustilanteessa. Kuitenkin myös tässä tilanteessa opettaja oli julkaissut tehtävät aiemmin opiskelijoille, ja robotti ainoastaan toisti tehtävänannot ennen oppituntia. Mikäli opettaja halutaan korvata robotilla, tulee robotin ulkomuodon lisäksi perehtyä opetusmenetelmän valintaan. Mihin opetusmenetelmään robotti soveltuu parhaiten tai millainen on opetusmenetelmä, jonka robotti voi toteuttaa?

Tässä tutkimuksessa ei oteta kantaa siihen, onko opettajien korvaaminen roboteilla tai robottien käyttäminen oppimisympäristössä eettisesti oikein tai kykenisikö robotti suoriutumaan halutulla tavalla opiskelijan kanssa käydyissä vuorovaikutustilanteissa. Tutkimuksessa ei myöskään oteta kantaa robotin käytökseen ja vuorovaikutuksen toteutukseen sen tarkemmin mitä ne ilmenivät tässä tutkimuksessa. Kyseiset robotin ominaisuudet olivat apuna, jotta voidaan hahmotella ulkonäköä, joten niitä ei voitu rajata täysin uloskaan tästä tutkimuksesta. Tässä tutkimuksessa luotujen suunnitteluohjeiden perusteella voitaisiin luoda robotin ulkonäkö, joka toimii opetusympäristössä.

Jatkotutkimukselle voisi olla hyvä aihe testata suunnitteluohjeita korkeakouluopiskelijoiden kanssa. Lisäksi jatkotutkimusaiheena voisi olla millaisia vuorovaikutusominaisuuksia opiskelijat olettavat robotilta, ja miten nämä ominaisuudet vaikuttavat robotin ulkoonäköön, ja tässä voisi hyödyntää paremmin Stockin ja Nguyenin (2019) kuvailemaa robottipsykologian määritelmää. Tämän jälkeen voisi tutkia millainen opetustila soveltuu parhaiten opiskelijan ja robotin väliseen vuorovaikutukseen ja mitä asioita tulee huomioida tällaisen opetustilan suunnittelussa.

Lähteet

- Ahmad, M. I., Mubin, O., & Orlando, J. (2017). A Systematic Review of Adaptivity in Human-Robot Interaction. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(3). <https://doi.org/10.3390/mti1030014>
- Alemi, M., Meghdari, A., & Ghazisaedy, M. (2015). The Impact of Social Robotics on L2 Learners' Anxiety and Attitude in English Vocabulary Acquisition. *International Journal of Social Robotics*, 7(4), 523–535. <https://doi.org/10.1007/s12369-015-0286-y>
- Alho, T., Neittaanmäki, P., Hänninen, P., & Tammilehto, O. (2018). *Palvelurobotiikka*. 50.
- Bartneck, C., Belpaeme, T., Eyssel, F., Kanda, T., Keijsers, M., & Šabanović, S. (2020). *Human-Robot Interaction - An Introduction*. Cambridge University Press. Noudettu 21.7.2022 osoitteesta <https://www.human-robot-interaction.org/>
- Bartneck, C., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2007). Is The Uncanny Valley an Uncanny Cliff? *Proceedings - IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 368–373. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2007.4415111>
- Belanche, D., Casaló, L. V., Flavián, C. & Schepers, J. (2020). Service Robot Implementation: A Theoretical Framework and Research Agenda. *The Service Industries Journal*. 40(3-4), 203-225. <https://doi.org/10.1080/02642069.2019.1672666>
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social Robots for Education: A Review. *Science Robotics*, 3(21). <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- Broadbent, E., Kumar, V., Li, X., Sollers 3rd, J., Stafford, R. Q., MacDonald, B. A. & Wegner, D. M. (2013). Robots with Display Screens: A Robot with a More Humanlike Face Display is Perceived to Have More Mind and a Better Personality. *PLoS ONE* 8(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072589>
- Carpin, S., Lewis, M., Wang, J., Balakirsky, S., & Scrapper, C. (2007). USARSim: A Robot Simulator for Research and Education. *Proceedings 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1400–1405. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.2007.363180>
- Causo, A., Win, P. Z., Guo, P. S., & Chen, I. M. (2017). Deploying Social Robots as Teaching Aid in Pre-School K2 Classes: A Proof-Of-Concept Study. *2017 IEEE International*

- Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 4264–4269.
<https://doi.org/10.1109/ICRA.2017.7989490>
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the Possibility of Using Humanoid Robots as Instructional Tools for Teaching a Second Language in Primary School. *Educational Technology and Society*, 13(2), 13–24.
- Church, W., Ford, T., Perova, N., & Rogers, C. (2010). Physics with Robotics Using LEGO® MINDSTORMS® in High School Education. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence Spring Symposium: Educational Robotics and Beyond*. 47–49.
- Daniel, C. (2021, 21. syyskuuta). *The Complete List of Teaching Methods and Strategies*. My Tutor Source. Noudettu 20.2.2022 osoitteesta <https://mytutor-source.com/blog/teaching-methods/>
- Davison, D. P., Wijnen, F. M., Charisi, V., van der Meij, J., Evers, V., & Reidsma, D. (2020). Working with a Social Robot in School: A Long-Term Real-World Unsupervised Deployment. *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 63–72.
<https://doi.org/10.1145/3319502.3374803>
- de Graaf, M. M. A., Allouch, S. ben, & Klamer, T. (2015). Sharing a Life with Harvey: Exploring the Acceptance of and Relationship-Building with a Social Robot. *Computers in Human Behavior*, 43(2015), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.030>
- Díaz, M., Nuño, N., Saez-Pons, J., Pardo, D. E., & Angulo, C. (2011). Building Up Child-Robot Relationship for Therapeutic Purposes: From Initial Attraction Towards Long-term Social Engagement. *2011 IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition and Workshops, FG 2011*. 927–932.
<https://doi.org/10.1109/FG.2011.5771375>
- Duffy, B. R. (2003). Anthropomorphism and the Social Robot. *Robotics and Autonomous Systems*. 42(3-4), 177-190. [https://doi.org/10.1016/S0921-8890\(02\)00374-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00374-3)
- Edwards, A., Edwards, C., Spence, P. R., Harris, C., & Gambino, A. (2016). Robots in the Classroom: Differences in Students’ Perceptions of Credibility and Learning Between “Teacher as Robot” and “Robot as Teacher.” *Computers in Human Behavior*, 65, 627–634. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.005>

- Epley, N., Waytz, A., & Cacioppo, J. T. (2007). On Seeing Human: A Three-Factor Theory of Anthropomorphism. *Psychological review*, 114(4), 864–886.
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.864>
- Esposito, A., Cuciniello, M., Amorese, T., Esposito, A. M., Troncone, A., Maldonato, M. N., Vogel, C., Bourbakis, N., & Cordasco, G. (2020). Seniors' Appreciation of Humanoid Robots. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 151, 331–345.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-8950-4_30
- Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A Survey of Socially Interactive Robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3–4), 143–166.
[https://doi.org/10.1016/S0921-8890\(02\)00372-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00372-X)
- Fridin, M. (2014). Storytelling by a Kindergarten Social Assistive Robot: A Tool for Constructive Learning in Preschool Education. *Computers and Education*, 70, 53–64.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.043>
- Goetz, J., Kiesler, S., & Powers, A. (2003). Matching Robot Appearance and Behavior to Tasks to Improve Human-Robot Cooperation. *The 12th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication Proceedings*. 55-60,
<https://doi.org/10.1109/ROMAN.2003.1251796>.
- Goodrich, M. A., & Schultz, A. C. (2007). Human-Robot Interaction: A Survey. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 1(3), 203-275.
<https://doi.org/10.1561/11000000005>
- Gregor, S. & Hevner, A. R. (2013). Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. *MIS Quarterly*. 37(2), 337-355.
<https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.01>
- Gregor, S., Chandra Kruse, L., & Seidel, S. (2020). Research Perspectives: The Anatomy of a Design Principle. *Journal of the Association for Information Systems*, 21(6), 1622–1652. <https://doi.org/10.17705/1jais.00649>
- Haidegger, T., Barreto, M., Gonçalves, P., Habib, M. K., Ragavan, S. K. V., Li, H., Vaccarella, A., Perrone, R., & Prestes, E. (2013). Applied Ontologies and Standards for Service Robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 61(11), 1215–1223.
<https://doi.org/10.1016/j.robot.2013.05.008>

- Han, J., & Kim, D. (2009). r-Learning Services for Elementary School Students with a Teaching Assistant Robot. *2009 4th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 255–256. <https://doi.org/10.1145/1514095.1514163>
- Hashimoto, T., Kobayashi, H., Polishuk, A., & Verner, I. (2013). Elementary Science Lesson Delivered by Robot. *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 133–134. <https://doi.org/10.1109/HRI.2013.6483537>
- Hatfield, E., Cacioppo, J. T. & Rapson, R. L. (1993). Emotional Contagion. *Current Directions in Psychological Science*. 2(3), 96-99.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 28(1), 75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Hevner, A. R. (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19(2) 87–92. Noudettu 18.7.2022 osoitteesta <https://aisel.aisnet.org/sjis/vol19/iss2/4>
- Hevner, A. & Chatterjee, S. (2010). Design Research in Information Systems. *Integrated Series in Information Systems*. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5653-8_2
- Highfield, K., Mulligan, J., & Hedberg, J. (2008, 1. tammikuuta). Early Mathematics Learning Through Exploration with Programable Toys. *Proceedings of the Joint Meeting of PME 32 and PME-NA XXX*, 3, 169–176. Noudettu 14.10.2022 osoitteesta: https://www.academia.edu/947222/Early_mathematics_learning_through_exploration_with_programmable_toys
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2009) *Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Gaudeamus Helsinki University Press.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita*. Tammi.
- Hirst, A. J., Johnson, J., Petre, M., Price, B. A., & Richards, M. (2003). What is the Best Programming Environment/Language for Teaching Robotics Using Lego Mindstorms? *Artificial Life and Robotics*, 7(3), 124–131. <https://doi.org/10.1007/bf02481160>
- Huotari, Päivi. (2019, 23. maaliskuuta). *Robotti-imureita ohjataan nyt kännykällä, ja kallemmat osoittautuivat testissä melko tasavertaisiksi*. Helsingin Sanomat. Noudettu 27.9.2022 osoitteesta <https://www.hs.fi/koti/art-2000006045732.html>

- IEEE. (n.d.) *Robots. Your Guide to the World of Robotics. Nao*. Noudettu 1.12.2022 osoitteesta <https://robots.ieee.org/robots/nao/>
- International Federation of Robotics. (n.d.) *Service Robots*. Noudettu 15.9.2022 osoitteesta <https://ifr.org/service-robots/>
- International Organization for Standardization. (2021). *Robotics – Vocabulary* (ISO 8373:2021).
- Kanda, T., Hirano, T., & Eaton, D. (2004). Interactive Robots as Social Partners and Peer Tutors for Children: A Field Trial. *Human-Computer Interaction*, 19(1), 61–84. https://doi.org/10.1207/s15327051hci1901&2_4
- Katz, J. E., & Halpern, D. (2014). Attitudes Towards Robots Suitability for Various Jobs as Affected Robot Appearance. *Behaviour and Information Technology*, 33(9), 941–953. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2013.783115>
- Khaksar, S. M. S., Slade, B., Wallace, J., & Gurinder, K. (2020). Critical Success Factors for Application of Social Robots in Special Developmental Schools: Development, Adoption and Implementation. *International Journal of Educational Management*, 34(4), 677–696. <https://doi.org/10.1108/IJEM-08-2019-0304>
- Kim, B., de Visser, E., & Phillips, E. (2022). Two Uncanny Valleys: Re-Evaluating the Uncanny Valley Across the Full Spectrum of Real-World Human-Like Robots. *Computers in Human Behavior*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107340>
- Kim, Y., Butail, S., Tscholl, M., Liu, L., & Wang, Y. (2020). An Exploratory Approach to Measuring Collaborative Engagement in Child Robot Interaction. *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, 209–217. <https://doi.org/10.1145/3375462.3375522>
- Konijn, E. A., Smakman, M., & Berghe, R. (2020). Use of Robots in Education. *The International Encyclopedia of Media Psychology*, 1–8. <https://doi.org/10.1002/9781119011071.iemp0318>
- Lassila & Tikanoja. (2022, 10. tammikuuta). *Robotiikka tuo siivoukseen lisää laatua ja kustannustehokkuutta – ympäristövastuullisesti*. L&T Lassikko. Noudettu 24.9.2022 osoitteesta <https://lassikko.lt.fi/robotiikka-tuo-siivoukseen-lisaa-laatus-ja-kustannustehokkuutta-ymparistovastuullisesti>

- Leite, I., Martinho, C., & Paiva, A. (2013). Social Robots for Long-Term Interaction: A Survey. *International Journal of Social Robotics*, 5(2), 291–308. <https://doi.org/10.1007/s12369-013-0178-y>
- Leite, I., Pereira, A., Castellano, G., Mascarenhas, S., Martinho, C., & Paiva, A. (2011, tammi-kuu). Social Robots in Learning Environments: A Case Study of an Empathic Chess Companion. *CEUR Workshop Proceedings*, 732, 8-12. Noudettu 15.9.2022 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/257388639_Social_robots_in_learning_environments_A_case_study_of_an_empathic_chess_companion.
- Leyzberg, D., Spaulding, S., Toneva, M., & Scassellati, B. (2012). The Physical Presence of a Robot Tutor Increases Cognitive Learning Gains. *34th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1, 1882–1887. <https://doi.org/10.1007/978-0-9768318-8-4>
- Magyar, G., Cádrik, T., Virčíková, M., & Sinčák, P. (2014). Towards Adaptive Cloud-Based Platform for Robotic Assistants in Education. *2014 IEEE 12th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII)*, 285–289. <https://doi.org/10.1109/SAMI.2014.6822423>
- Mori, M., MacDorman, K. F., & Kageki, N. (2012). The Uncanny Valley. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 19(2), 98–100. <https://doi.org/10.1109/MRA.2012.2192811>
- Mubin, O., Bartneck, C., Feijs, L., Hooft van Huysduynen, H., Hu, J., & Muelver, J. (2012). Improving Speech Recognition with the Robot Interaction Language. *Disruptive Science and Technology*, 1(2), 79–88. <https://doi.org/10.1089/dst.2012.0010>
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. al, & Dong, J.J. (2013). a Review of the Applicability of Robots in Education. *Technology for Education and Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.2316/journal.209.2013.1.209-0015>
- Mukai, H., & McGregor, N. (2004). Robot Control Instruction for Eighth Graders. *IEEE Control Systems*, 24(5), 20–23. <https://doi.org/10.1109/MCS.2004.1337849>
- NASA. (n.d.) *MARS Exploration Rovers*. Noudettu 3.4.2022 osoitteesta <https://mars.nasa.gov/mer/>

- Nass, C., Steuer, J. & Tauber, E. R. (1994). Computers are Social Actors. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 72-78.
- Onyeulo, E. B., & Gandhi, V. (2020). What Makes a Social Robot Good at Interacting with Humans? *Information* 2020, 11(1). <https://doi.org/10.3390/info11010043>
- Ostrowski, A. K., Park, H. W., & Breazeal, C. (2020). Design Research in HRI: Roboticists, Design Features, and Users as Co-Designers. Noudettu 24.1.2022 osoitteesta <https://www.semanticscholar.org/paper/Design-Research-in-HRI%3A-Roboti-cists%2C-Design-and-as-Ostrowski-Park/00deb7ff3f17817f1ee4ee43df5996c4ef0cf87b>
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A. & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*. 24(3), 45-77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Phillips, E., Ullman, D., de Graaf, M. M. A., & Malle, B. F. (2017). What Does a Robot Look Like? A Multi-Site Examination of User Expectations about Robot Appearance. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 61(1), 1215–1219. <https://doi.org/10.1177/1541931213601786>
- Phillips, E., Zhao X., Ullman D. & Malle, B. F. (2018). What is Human-like? Decomposing Robots' Human-like Appearance Using the Anthropomorphic roBOT (ABOT) Database. *Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, 105-113. <https://doi.org/10.1145/3171221.3171268>
- Powers, K., Gross, P., Cooper, S., McNally, M., Goldman, K. J., Proulx, V., & Carlisle, M. (2006). Tools For Teaching Introductory Programming. *ACM SIGCSE Bulletin*, 38(1), 560–561. <https://doi.org/10.1145/1124706.1121514>
- Prestes, E., Carbonera, J. L., Fiorini, S. E., Jorge, V. A. M., Abel, M., Madhavan, R., Locoro, A., Goncalves, P., Barreto, M. E., Habib, M. Chibani, A., Gérard, S., Amira, Y. & Schlenoff, G. (2013). Towards a Core Ontology for Robotics and Automation. *Robotics and Autonomos Systems*, 61, 1193-1204.
- Pulkila, Tapio. (2020, 20. toukokuuta). *Robottiruohonleikkurit ilmestyivät Poriin – jatkuva leikkaus pitää nurmikon lyhyenä ja tiiviinä kaupungin ykköspuistoissa*. YLE. Noudettu 27.9.2022 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-11360045>

- Rau, P. L. P., Li, Y., & Li, D. (2010). A Cross-Cultural Study: Effect of Robot Appearance and Task. *International Journal of Social Robotics*, 2(2), 175–186. <https://doi.org/10.1007/s12369-010-0056-9>
- Reeves, B., Hancock, J., & Liu, X. (2020). Social Robots Are Like Real People: First Impressions, Attributes, and Stereotyping of Social Robots. *Technology, Mind, and Behavior*, 1(1), 1–37. <https://doi.org/10.1037/tmb0000018>
- Riedo, F., Réturnaz, P., Bergeron, L., Nyffeler, N., & Mondada, F. (2012). A Two Years Informal Learning Experience Using the Thymio Robot. Teoksessa U. Rückert, S. Joaquin & W. Felix (toim.), *Advances in Autonomous Mini Robots* (s. 37–48). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27482-4_7
- Rosanda, V., & Istenic Starcic, A. (2020). The Robot in the Classroom: A Review of a Robot Role. Teoksessa E. Popescu, T. Hao, TC. Hsu, H. Xie, M. Temperini & W. Chen (toim.), *Emerging Technologies for Education. SETE 2019. Lecture Notes in Computer Science* (s. 347-357). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38778-5_38
- Saerbeck, M., Schut, T., Bartneck, C., & Janse, M. D. (2010). Expressive Robots in Education: Varying the Degree of Social Supportive Behavior of a Robotic Tutor. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1613–1622. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753567>
- Sharkey, A. J. C. (2016). Should We Welcome Robot Teachers? *Ethics and Information Technology*, 18(4), 283–297. <https://doi.org/10.1007/s10676-016-9387-z>
- Shiomi, M., Kanda, T., Howley, I., Hayashi, K., & Hagita, N. (2015). Can a Social Robot Stimulate Science Curiosity in Classrooms? *International Journal of Social Robotics*, 7(5), 641–652. <https://doi.org/10.1007/s12369-015-0303-1>
- Song, H., Zhang, Z., Barakova, E. I., Ham, J., & Markopoulos, P. (2020). Robot Role Design for Implementing Social Facilitation Theory in Musical Instruments Practicing. *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 253–260. <https://doi.org/10.1145/3319502.3374787>

- Stock-Homburg, R. (2022). Survey of Emotions in Human–Robot Interactions: Perspectives from Robotic Psychology on 20 Years of Research. *International Journal of Social Robotics*, 14(2), 389–411. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00778-6>
- Stock, R. M., & Nguyen, M. A. (2019). Robotic Psychology What Do We Know about Human-Robot Interaction and What Do We Still Need to Learn? *HICSS*, 1936–1945. <https://doi.org/10.24251/hicss.2019.234>
- Tervola, J. (2022, 22. huhtikuuta). *Tässä tulee Alepa-robotti – Ruokaostokset kotiin 99 sentin kuljetusmaksulla*. Tekniikka & Talous. Noudettu 24.9.2022 osoitteesta <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/tassa-tulee-alepa-robotti-ruokaostokset-kotiin-99-sentin-kuljetusmaksulla/0b436b54-a7ad-4074-a2b6-52c9ef34264e>
- Touretzky, D. S. (2010). Education: Preparing Computer Science Students for the Robotics Revolution. *Communications of the ACM*, 53(8), 27–29. <https://doi.org/10.1145/1787234.1787244>
- Tung, F. W. (2016). Child Perception of Humanoid Robot Appearance and Behavior. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(6), 493–502. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1172808>
- Westlund, J. K., Gordon, G., Spaulding, S., Lee, J. J., Plummer, L., Martinez, M., Das, M., & Breazeal, C. (2016). Lessons from Teachers on Performing HRI Studies with Young Children in Schools. *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, 383–390. <https://doi.org/10.1109/HRI.2016.7451776>
- Woo, H., LeTendre, G. K., Pham-Shouse, T., & Xiong, Y. (2021). The Use of Social Robots in Classrooms: A Review of Field-Based Studies. *Educational Research Review*, (33). <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100388>