

Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Tehnoloogiainstituut

Aleksandra Doroshenko

Haiglates inimesi juhatava roboti disain

Bakalaureusetöö (12 EAP)

Arvutitehnika eriala

Juhendajad:

robotika kaasprofessor Karl Kruusamäe

robotitehnoloogia lektor Veiko Vunder

robotitehnoloogia nooremlektor Renno Raudmäe

Tartu 2023

Resümee/Abstrakt

Haiglates teed juhatava roboti disain

Robotid imbuvad järjest rohkem inimeste igapäevaellu võttes enda peale üha rohkem lihtsaid ja rutiinseid ülesandeid. Selleks, et inimesed oleksid valmis roboteid kasutama, peavad robotid olema inimestele meeldiva väljanägemisega. Käesoleva bakalaureuse töö raames valmis ülevaade sellest, millise välisilmega robot on enim vastuvõetav inimestele. Soovituste põhjal valmisid kaks potentsiaalset mudelit, mida on võimalik integreerida avatud robotplatvormiga Robotont.

CERCS: T125 Automatiseerimine, robotika, juhtimistehnika

Märksõnad: inimese ja roboti interaktsioon, teenindusrobot, sotsiaalne robot, väljanägemine, disain

Hospital guide robot design

Robots are increasingly infiltrating people's daily lives, taking on more and more simple and routine tasks. In order for people to be willing to interact with a robots, robots have to have an appealing appearance. As part of this bachelor's thesis, an overview of most acceptable appearance elements was created. Based on the recommendations, two potential models were designed. Both models can be integrated with the open robot platform Robotont.

CERCS: T125 Automation, Robotics, Control Engineering

Keywords: human-robot interaction, service robot, social robot, appearance, design

Sisukord

Resümee/Abstrakt	1
Sisukord	2
Jooniste loetelu	4
Tabelite loetelu	6
1 Sissejuhatus	7
1.1 Probleemi tutvustus	7
1.2 Töö eesmärk ja ülevaade	8
2 Kirjanduse ülevaade	9
2.1 Teenindusrobot ja inimkaasleja robot	9
2.2 Inimesest tulenevad tegurid	12
2.1.1 Kultuurilised eripärad	12
2.1.2 Vanuselised eripärad	12
2.2 Robotist tulenevad tegurid	13
2.2.1 Väljanägemise eripärad	13
2.2.3 Muud robotist tulenevad eripärad	15
3 Tulemus	16
3.1 Üldised disaini soovitusel	16
4 Kontseptsioon ja teostus	19
4.1 Kontseptsioonimudelite koostamine	19
4.2 Nõuded	21
4.2.1 Nõuded lahendustele	21
4.3 Disain	22
4.3.1 Humanoidi disain	22
4.2.2 Loom-roboti disain	26
5 Arutelu	28
6 Kokkuvõte	29

Kasutatud materjalid	30
Lisad	35
Lisa 1 Juurdepääs disainifailidele	35
Lisa 2 Detailide nimekiri	35
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	41

Jooniste loetelu

Joonis 1.1: Tervishoiu- ja sotsiaalvaldkonnas kasutuses olevad robotid [1]	9
Joonis 1.2: da Vinci kirurgiarobot (a), TUG robot (b) ja Moxi robot (c)	10
Joonis 1.3: Paro (a) ja Robin (b) suhtlemas patsientidega	11
Joonis 2.1: Näited robotite klassifikatsioonist välimuse järgi: android Repliee R1 ja humanoid Eveliee P1 (a) [3], funktsionaalne robot KettyBot (c) [5] ning zoomorfsed robotid Aibo ja Paro (b) [4]	13
Joonis 2.2: Võõrastamise orgu illustreeriv graafik [5]	14
Joonis 3.1: Infantiilsete näojoonte proportsioonid [6]	16
Joonis 3.2: Näited robotite peadest:staatiliste silmade ja suuga Pepper [8] ning ekraanil kuvatavate silmadega SANBOT Max [9]	17
Joonis 3.3: Kahejalgne robot vs robot ratastel [9]	17
Joonis 3.4: Roboti keha kuju ning värvilahendus ja tajutav sõbralikkus, enim sõbralikud (a), (b) ja enim ähvardav kehakuju (c) [10]	18
Joonis 3.5: Roboti pea kontseptsioon: humanoid hele silmadega (a), humanoid tume silmadega (b), humanoid hele ekraaniga (c), humanoid tume ekraaniga (d), loom hele silmadega (e), loom tume silmadega (f), loom hele ekraaniga (g), loom tume ekraaniga (h)	20
Joonis 3.6: Roboti torso kuju kontseptsioon: ristkülik (a), tagurpidi kolmnurk (b), kolmnurk (c), liivakell (d) ja romb/ovaal (e)	20
Joonis 4.1: Robotont [11]	21
Joonis 4.2: Humanoid eest vaates (a), küljelt vaates (b) ja tagant vaates (c)	22
Joonis 4.3: Humanoidi pea disain	23
Joonis 4.4: Kaela detailid	23
Joonis 4.5: Torso pealtvaates	24

Joonis 4.6: Troso eest vaates (a) ja küljelt vaates (b)	24
Joonis 4.7: Humanoidi ülajäse eest vaates (a) ja küljelt vaates (b)	25
Joonis 4.8: Humanoidi pikki (a) ja risti lõige (b), humanoid täisvaates koos mõõtmetega	25
Joonis 4.9: Zoomorfne robot eest vaates (a), küljelt vaates (b) ja tagant vaates (c)	26
Joonis 4.10: Zoomorfse roboti pea	26
Joonis 4.11: Zoomorfse roboti torso eest vaates (a) ja küljelt vaates (b)	27
Joonis 4.12: Loomasarnase roboti risti lõige (a), pikki lõige (b) ning robot täisvaates koos mõõtmetega	27

Tabelite loetelu

Tabel 1 : Humanoidi detailid	35
Tabel 2: Zoomorfse roboti detailid	39

1 Sissejuhatus

Meditsiinivaldkonna kiire areng ning elukvaliteedi paranemine viimasel sajandil on loonud olukorra, kus elanikkonna oodatav eluiga on kõrgem kui kunagi varem [12]. Samas Eesti Statistikaameti andmete kohaselt pole eestlaste tervena elatud aastate tõus sammu pidanud oodatava eluea tõusuga, millest võib järeldada, et juba praegu on Eestis suurenenud vajadus meditsiini- ja sotsiaalteenuste järele [13]. Teisest küljest kimbutab Eestit ka rahvastiku vananemine ja vähenemine, mistõttu on tulevikus oodata tööjõu puudust, eriti sotsiaal- ja tervisevaldkonnas. Pessimistlikud tööturu väljavaated on pannud töökohtade loojaid vaatama automatiseerimise suunas. Prognoositakse, et tulevikus automatiseeritakse ligi 50% töökohtadest, kaasa arvatud teeninduses [14].

Täna on robotid ehk inimest asendavad automaadid leidnud oma tee igasse eluvaldkonda ning tervishoiusektor pole erand. Inimese asendamine seadmega, mis suudab lahendada kindlat tüüpi tööülesannet järjepidevalt, on oluline viis, kuidas säästa nii tööjõukuludel kui ka tagada oluliste teenuste kättesaadavust.

1.1 Probleemi tutvustus

Üks võimalikest kohtadest ja teenustest, kus robot võiks olla abiks inimestele on suurhaiglad, näiteks Tartu Ülikooli Kliinikum, mööda mida orienteerumine on muutunud väljakutseks ka noorele inimesele, rääkimata eakast haigla külastajast. Teed juhatava roboti ülesanne oleks inimesega koos liikudes näidata talle teed teda huvitava sihtkoha juurde. Samas, ainuüksi roboti olemasolu ei taga veel, et teenus saab osutatud. Selleks, et robotil oleks üldse võimalik inimesele teed juhatada, peab inimene olema valmis robotiga kontakti looma. Sarnaselt inimeste vahelisele suhtlusele, mängib ka inimese-roboti vahelise suhtluse puhul olulist rolli esmamulje, mille põhjal langetatakse otsus, kas ja kui palju robotit usaldatakse ning selle pakutavat teenust kasutatakse [15].

Nimetatud roboti loomisel on õige väljanägemise ehk visuaalselt tajutava välise kuju leidmine, mis on keskmisele kasutajatele vastuvõetav ja oma ülesannetes efektiivne, keeruline ülesanne. Nimelt puudub ühtne arusaam, milline on kõige parem välimus roboti jaoks. Siiani pole ühtegi sellist robotit, mis oma välimuselt oleks laia kasutusprofiiliga [16], [17].

1.2 Töö eesmärk ja ülevaade

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk on välja selgitada, millise väljanägemisega liikuv robot oleks kõige vastuvõetav keskmisele tervishoiu- ja sotsiaalteenuse kasutajale. Keskmise kasutaja all mõeldakse selle töö raames lääneriikides, kaasa arvatud Eestis, elavat pigem eakat inimest. Selleks sai sõnastatud kaks esialgset uurimisküsimust:

1. Kas kasutaja kultuuriline taust ning vanus mõjutavad tema hoiakut robotite kasutamise osas?
2. Kas leidub enim levinud tunnusjooni, mis soovitakse näha ühe roboti välisilmes ja mille põhjal on võimalik kokku panna disainisoovituste nimekiri?

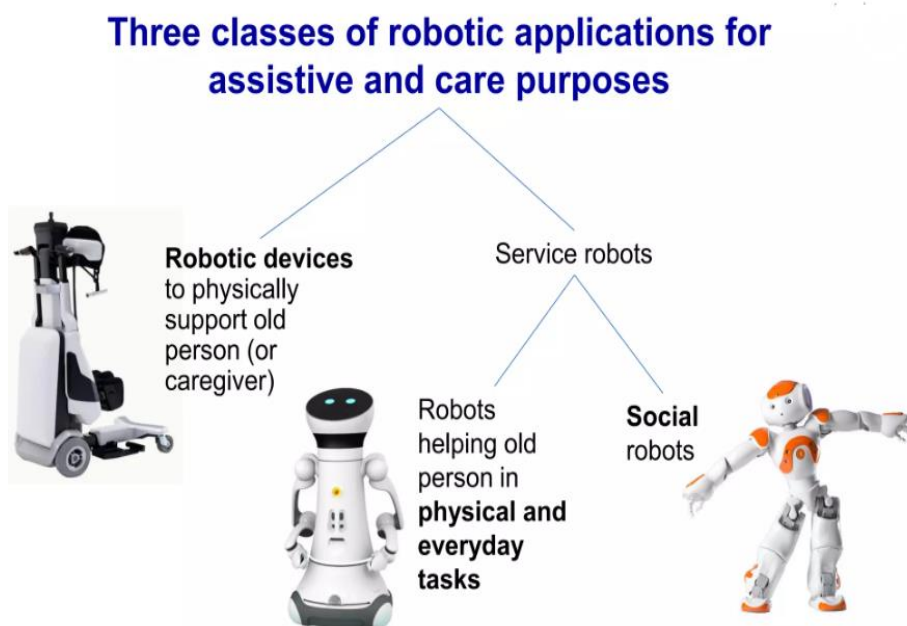
Töö võib jagada kaheks etapiks: teoreetiline ja praktiline. Teoreetilises osas otsitakse vastuseid püstitatud küsimustele ning praktilises osas kirjeldatakse disainisoovituste põhjal loodud prototüüpi ja sellele kehtestatud nõudeid.

2 Kirjanduse ülevaade

Selles peatükis selgitatakse, millised robotid on kasutuses tervishoiu- ja sotsiaalvaldkonnas ning kuidas roboteid välimuse järgi klassifitseeritakse. Tuuakse välja tegurid, mis avaldavad mõju inimese-roboti vahelisele suhtlusele. Ülevaate koostamiseks töötati läbi kokku üle 30 teadusartiklit. Artiklite otsingul kasutati järgmisi ingliskeelseid märksõnu: *human-robot interaction, service robot, social robot, guide robot, robot acceptance, robot appearance*.

2.1 Teenindusrobot ja inimkaasleja robot

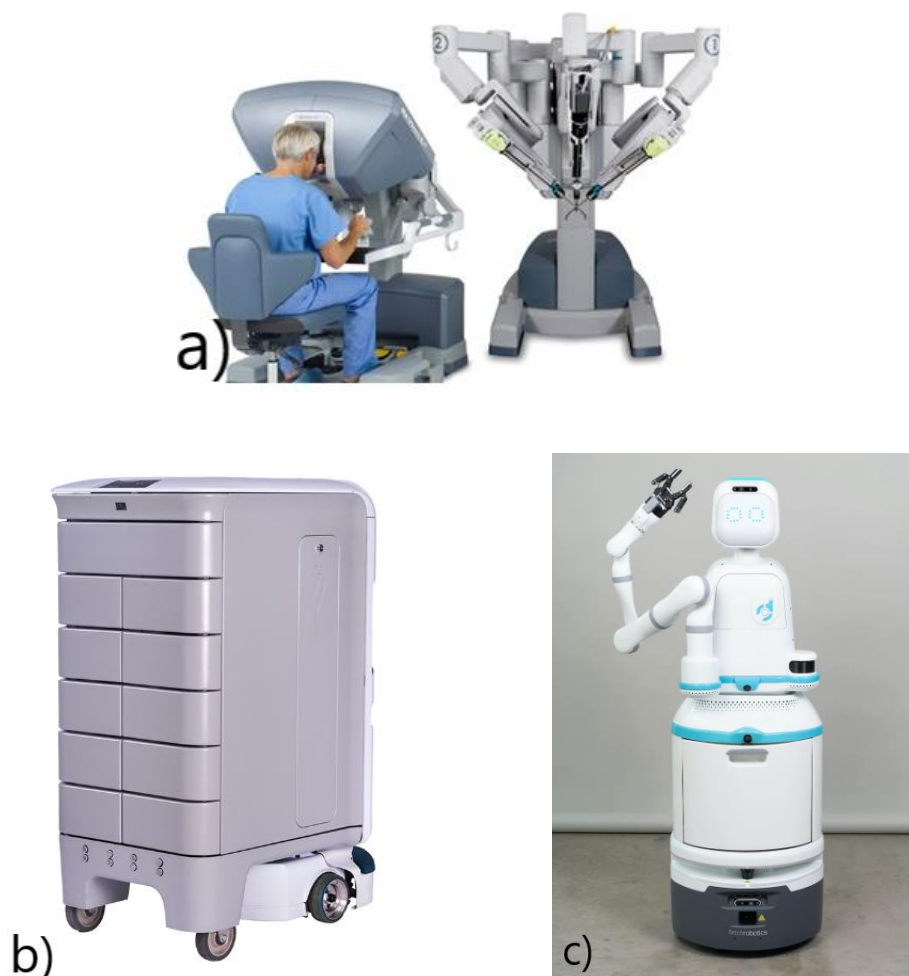
Tervishoiu- ja sotsiaalvaldkonnas on kasutusel mitmeid erinevaid roboteid – robootilised seadmed, autonoomselt teenuseid pakkuvad robotid ja lihtsalt inimkaasleja robotid (joonis 1.1).



Joonis 1.1: Tervishoiu- ja sotsiaalvaldkonnas kasutuses olevad robotid [1]

Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon ehk ISO kohaselt on robootiline seade masin või seade, mis on otse või kaugjuhtimise teel inimese poolt juhitud, sellel puudub autonoomia. Üks tuntumaid haiglates kasutatavaid robootilisi seadmeid on da Vinci kirurgiline robot (joonis 1.2a), mis on juhitud kirurgi poolt ning tagab parema täpsuse protseduuride läbiviimisel [18]. Teenindusroboti (*service robot*) kohta ütleb ISO, et tegemist on isiklikuks või professionaalseks kasutamiseks mõeldud robotiga, mis täidab inimestele või seadmetele kasulikke ülesandeid

[19]. Näiteks TUG [20], mille ülesandeks on toidu, tarvikute või materjalide autonoomne transport (joonis 1.2b), või Moxi, mida saab kasutada analüüsides transportimisel või ravimite jagamisel (joonis 1.2c) [21].



Joonis 1.2: da Vinci kirurgiarobot (a), TUG robot (b) ja Moxi robot (c)

Inimkaasleja robot, teise nimega sotsiaalne robot (*social robot*), on autonoomne või poolautonoomne robot, mille ülesandeks on suhtlemine inimestega ja mis suheldes järgib käitumisnorme, mida eeldavad need inimesed, kellega robot on mõeldud suhtlema [22]. Sotsiaalset robotit võib pidada teenindusroboti alamliigiks, sest suhtlus on kas roboti peamine ülesanne või on suhtlemine kombineeritud teenusega, mida robot osutab. Tervishoius on kasutusel sellised robotid erinevatel eesmärkidel, näiteks beebi hüljes Paro on kasutusel teraapias (joonis 1.3a) [23] ja Robin on mõeldud laste haiglakogemuse parandamiseks (joonis 1.3b) [24]. Erialakirjanduses on kohati terminid teenindusrobot ja sotsiaalne robot kasutusel ka sünonüümidena.



Joonis 1.3: *Paro (a) ja Robin (b) suhtlemas patsientidega*

2.2 Inimesest tulenevad tegurid

2.1.1 Kultuurilised eripärad

Suurim mõju inimese valmidusele robotiga suhtlema on tema enda hoiak roboti suhtes. Kultuurilised eripärad mõjutavad olulisel määral inimeste suhtumist teenidusrobotitesse [25], [26]. Lääneriikides on robotite kasutamine levinud enim tööstuses ja kokkupuude teenidusrobotitega igapäevaelus vähene. Sellest on tingitud ka pigem negatiivne suhtumine inimestele teenuseid pakutavatesse robotitesse, eriti kui tegemist on tervishoiuteenustega [27], [28]. Positiivne või negatiivne meelestatus mõjutab seda, kui valmis on inimesed aktsepteerima robotite pakutavaid teenuseid ja nendega koostööd tegema [29]. Lisaks tekitab lääne inimestes mõningal määral ärevust meelelahutusvaldkonna mõjul tekkinud ebasoodne kuvand robotitest [28].

2.1.2 Vanuselised eripärad

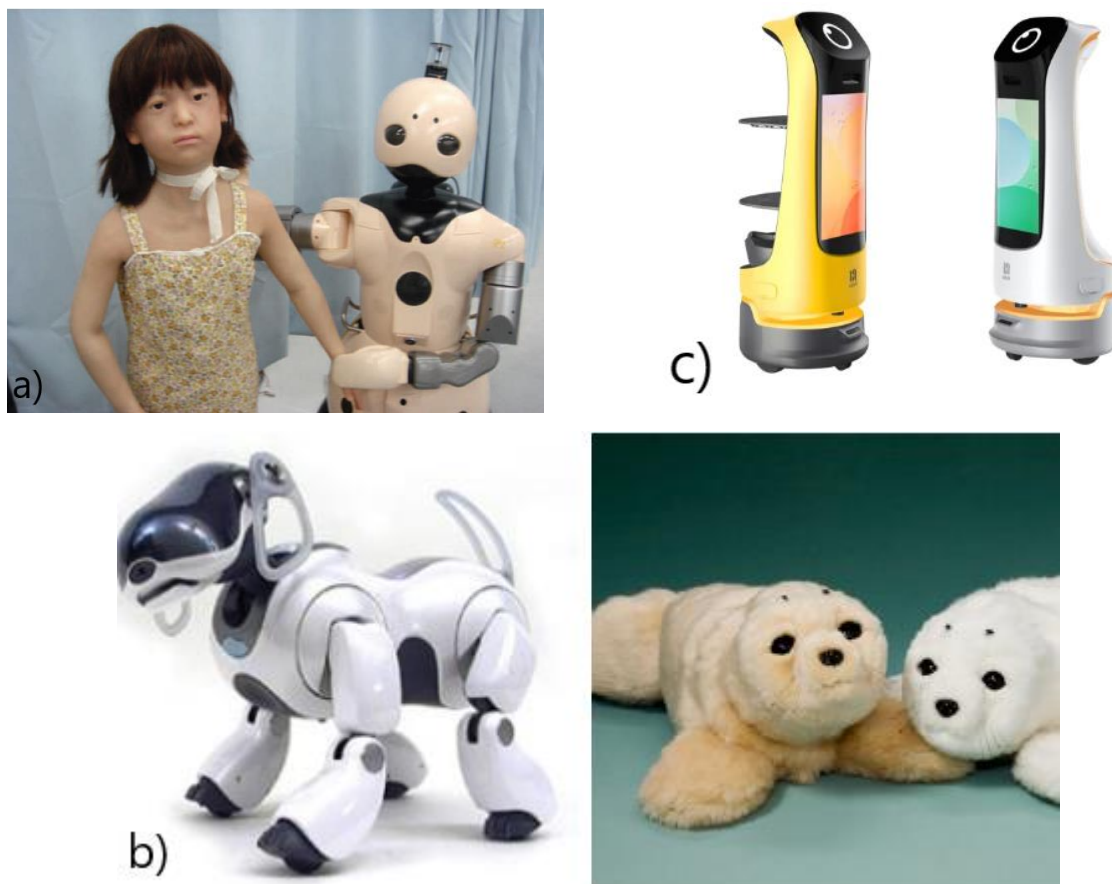
Veel üheks oluliseks aspektiks robotitega suhtlemisel on inimese vanus. Põlvkonnad, kes on sündinud ja kasvanud üles enne, kui tehnoloogia muutus igapäevase elu suureks osaks, on pigem vähem huvitatud suhtlemisest robotitega või nendelt teenuste/abi saamisest. Mida väiksem on inimese üleüldine huvi tehnoloogia arengu vastu, seda väiksem on ka tema valmidus suhtlemiseks robotiga [30], [31]. Kuigi alati jääb grupp inimesi, kes on tehnoloogiliste uuenduste vastu ega kavatsegi roboteid kasutada, tõid Portugal *et al.* välja oma uurimistöös, et pidev kokkupuude teenidusrobotiga tõstis ka nende inimeste huvi selle vastu, kes alguselt suhtusid robotisse eelarvamusega [32]. Ehkki eakad pole veel täielikult valmis roboteid omaks võtma, pole see idee enam mõeldamatu [16].

2.2 Robotist tulenevad tegurid

Robotist tulenev oluline mõjur on roboti välisilme. See määrab, kui mugavalt või ebamugavalt inimene ennast robotiga suheldes tunneb, mis omakorda otseselt mõjutab, kas inimene on valmis robotiga üldse suhtlema [33].

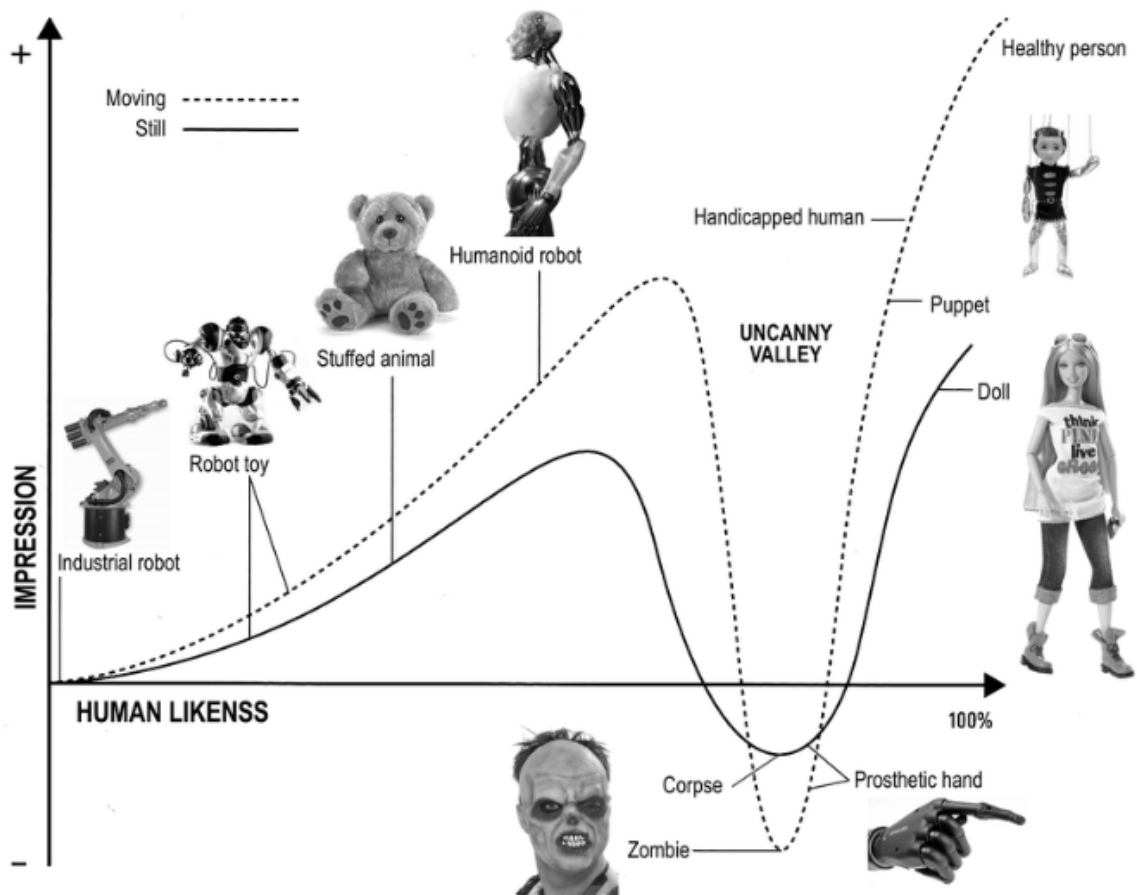
2.2.1 Väljanägemise eripärad

Välimuse järgi saab roboteid jagada nelja kategooriasse: antropomorfne ehk väga inimese sarnane (kasutatakse ka mõistet android), karikatuurne ehk mitte-inimese sarnane, kuid võimeline jäljendama inimest nii välimusest kui käitumiselt (kasutatakse mõistet humanoid), zoomorfne ehk looma sarnane ning funktsionaalne ehk roboti poolt tehtavale ülesandele vastav, masinasarnane (joonis 2.1) [2], [34], [35]. Antropomorfset robotit kirjeldades kasutatakse mõnikord termineid humanoid ja android sünonüümidena [36].



Joonis 2.1: Näited robotite klassifikatsioonist välimuse järgi: android Repliee R1 ja humanoid Eveliee P1 (a) [3], funktsionaalne robot KettyBot (c) [5] ning zoomorfseid robotid Aibo ja Paro (b) [4]

Suhtlemisvalmiduse tõstmiseks peab robot omama piisavalt inimlikke jooni. Tajutav antropomorfism suurendab kasutajate usaldust teenindusrobotite vastu. Küll aga peab arvestama, et roboti kuju määrab, millised on kasutaja ootused sellele [35], [37]. Mida rohkem inimesele sarnane, seda suuremad ootused kasutajal selle funktsionaalsusele on. Nendele ootustele mittevastavus võib tuua endaga kaasa pettumuse ja seeläbi väheneb usaldus roboti poolt pakutava teenusele.



Joonis 2.2: Võõrastamise orgu illustreeriv graafik [5]

Samas, üritades luua robotit, mis on nii välimuselt, kui ka muudelt omadustelt liialt inimese sarnane, on oht sattuda oma disainiga õõvaorgu (*uncanny valley*) (joonis 2.2). Tegemist on terminiga, mis kirjeldab olukorda, kui inimene puutub kokku robotiga, mis on elusale organismile liiga sarnane, kuid on siiski mitte-elus ja tekitab seeläbi võõrastustunnet. M. Mori, termini looja, soovib seepärast roboti disainimisel mitte püüelda luua väga inimese sarnast robotit, vaid lisada robotile piiratud koguses inimese sarnasust [38].

Inimesele teenust osutav robot ei pea aga tingimata olema antropomorfne [39], [40]. Zoomorfne robot võib olla eelistatud kasutajate poolt, sest seda peetakse “armsaks” ja see ei “teeskle inimene olevat” [31], [41], [42]. Paljudel inimestel on olemas kokkupuude koduloomaga ning järjest enam kasutatakse loomi ka kui terapeutilisi töövahendeid. Lee *et al.* poolt läbiviidud uuringust selgus, et inimesed (nii personal, kui ka patsiendid) eelistaksid kasutada just loomasarnast robotit tervishoius [41].

Loomale sarnase roboti puhul on aga oluline jälgida, mis tüüpi teenuseid see hakkab osutama. Fong *et al.* viitavad oma uuringus, et looma välimusega robotit võidakse pidada vähem kompetentsemaks võrreldes inimese sarnase robotiga [35]. Samuti on oluline jälgida, et robotid ei demonstreeriks inimsarnast käitumist, nagu näiteks rääkimine. Ja ka zoomorfne robot võiks olla ainult osaliselt sarnane päris elusolendile, et mitte tekitada õõva [43].

Väga mehhaaniline välimus ei pruugi tingimata panna inimest robotiga suhtlemist vältima, kuid inimesele sarnaste tunnusjoontega roboteid, eriti neid, mis on feminiinsete joontega, tajutakse sõbralikumatena ja vastuvõetavamatenä, samuti kompetentsematena [43], [44]. Modernsele ja masinasarnasele robotile eelistavad kasutajad pehmeid jooni ja tuttavlikku väljanägemist [45], [46].

2.2.3 Muud robotist tulenevad eripärad

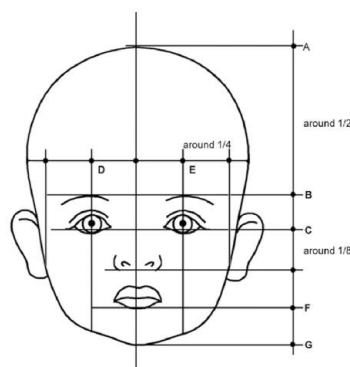
Samas võib öelda, et välimus üksinda pole määrav, vaid mängu tulevad ka roboti kommunikatsiooni ja eneseväljenduse oskused. Uuring näitab ka, et roboti võime kõnelda ei mõjuta inimest seda rohkem kasutama, kui kombineerides seda koos vastava välimuse ja teiste inimesele omaste sotsiaalse suhtluse viisidega (keha liikumine, pea liikumine, silmade liikumine, žestid, näoilmed) lisavad sellele inimeste silmis „iseloomu“ ja muudavad roboti rohkem vastuvõetavaks [40], [47], [48]. Lisaks võib roboti välimus muutuda kasutajate jaoks teisejärguliseks, kui selle pakutav teenus on heal tasemel. Esimesel korral saadud positiivne teenuse kogemus tagab, et inimesed on valmis roboti juurde uuesti pöörduma [49].

3 Tulemus

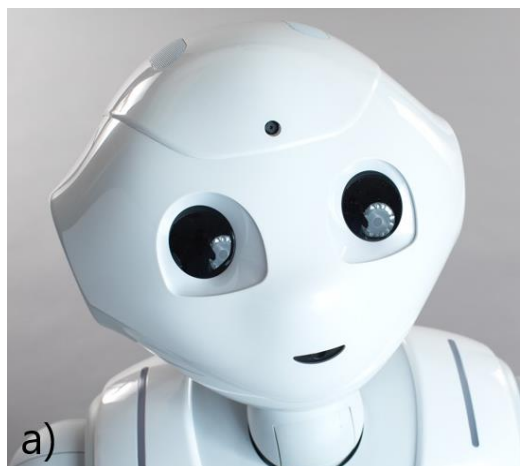
Nagu selgus eelnevast peatükist, mõjutavad inimese suhtlemist robotiga mitmed tegurid. Järgnevas peatükis kirjutatakse pikemalt lahti, millest lähtuda roboti väljanägemise disainimisel ja põhjendatakse, miks tuleks jälgida selliseid disaini soovitusi.

3.1 Üldised disaini soovitused

Sarnasus inimesega suurendab tuttavlikkust ja seetõttu ka sümpaatiat roboti suhtes [25]. Mida rohkem on robotis inimlikke jooni, seda enam tõmbab see endale potentsiaalsete kasutajate tähelepanu [50]. Pea olemasolu võimaldab kasutajal tajuda robotit rohkem inimese sarnasena [51]. Song *et al.* said oma uurimistöös kinnitust, et infantiilsed füüsilised näojooned (saksa *Kindchenschema*, ingl *baby schema*), nagu ümmargune nägu, kõrge laup, suured silmad, väike nina ja suu, suurendavad usaldust teenindusroboti vastu (joonis 3.1). Disalvo *et al.* soovivad oma töös, et pea disainimisel võiks anda sellele ümmargune, pigem lai kuju, silmad disainida võimalikult lihtsad ning üksteisest veidi kaugemal paiknevatena. Nina, kulmud ja suu muudavad näo rohkem inimlikumaks, nende lisamisel võiks lähtuda sellest, kui palju soovitakse säilitada robootlikust. Mida inimsarnasem nägu, seda suurem on oht, et kasutajal tekivad valed ootused roboti emotsionaalsete võimete osas [6], [51], [52]. Pollmann *et al* leidsid, et kui disaineri eesmärgiks on edastada ka emotsiooni, siis parim viis selleks on silmade kuvamiseks kasutada ekraani ja suu üldse ära jätta (joonis 3.2) [7]. Emotsioone näitavat robotit nähakse kui rohkem sõbralikku, samas lihtsalt informatsiooni edastamiseks sobib emotsioonitu robot [5].



Joonis 3.1: Infantiilsete näojoonte proportsioonid [6]



Joonis 3.2: Näited robotite peadest:staatiliste silmade ja suuga Pepper [8] ning ekraanil kuvatavate silmadega SANBOT Max [9]

Ka ülajäsemete lisamine robotile, kasvõi ainult žestikuleerimise eesmärgil, suurendab selle sarnasust inimesega, samas alajäsemete lisamisega on jällegi oht, et robot muutub liiga humanoidseks, selle asemel eelistatakse alajäsemete asendamist ratastega (joonis 3.3) [28], [40].



Joonis 3.3: Kahejalgne robot vs robot ratastel [9]

On leitud, et roboti välimuses ei ole hea selgelt viidata tema soole. See soosib väljakujunenud soostereotüüpide omistamist robotile [45]. Samas, just soostereotüüpide tõttu tunnevad inimesed end mugavamalt suheldes robotiga, millel on selgemini väljendunud naiselikud tunnusjooned [53]. Lisaks kujule mängib rolli ka roboti värvilahendus – heledates pastelsetes toonides robot mõjub vähem ähvardavamalt ja massiivsemalt (joonis 3.4) [10]. Sama võib öelda ka roboti suuruse kohta – inimesesuurune ja lohmakas robot ei jäta endast sõbralikku muljet, seega robotit disainides on oluline pöörata tähelepanu ka roboti suurusele [54]. Tu *et al.*

uuringust selgus, et saledate kehavormidega teenusrobotid mõjuvad väärkamalt ning suurendavad valmisolekut teenust saama, samas kui teenus sisaldab endas ka kaaslane olemist, siis volüümikad robotid olid rohkem eelistatud [55]. Mehaanilised ja elektroonilised komponendid peaks olema korpusega kaetud, et mitte jätta pooliku roboti muljet [51].



Joonis 3.4: Roboti keha kuju ning värvilahendus ja tajutav sõbralikkus, enim sõbralikud (a), (b) ja enim ähvardav kehakuju (c) [10]

Uuringud näitavad, et loominguine lähenemine, kus robot sisaldab inimese/looma tunnuseid, kuid on siiski selgelt arusaadavalt robot, on õige lähenemine roboti disainis [54]. Samas roboti disainimise puhul on probleemiks, et lõpp-kasutajate ootused nii roboti välimusele kui ka selle erinevatele funktsioonidele ei pruugi kokku langeda robotikute nägemusega [56]. Seetõttu on oluline, et disaini protsess oleks võimalikult kasutaja keskne. Sellele vaatamata tõdevad Portulgal *et al.*, et täielikult kasutaja ootustele vastava roboti loomine on tõsine väljakutse [32], [40].

4 Kontseptsioon ja teostus

Kirjanduse analüüsi tulemusena selgusid üldised disainisoovitused. Antud peatükis kirjeldatakse, kuidas jõuti lõpliku disaini otsuseni ja antakse ülevaade roboti disainile esitatud nõuetest. Samuti demonstreeritakse lõplikku lahendust.

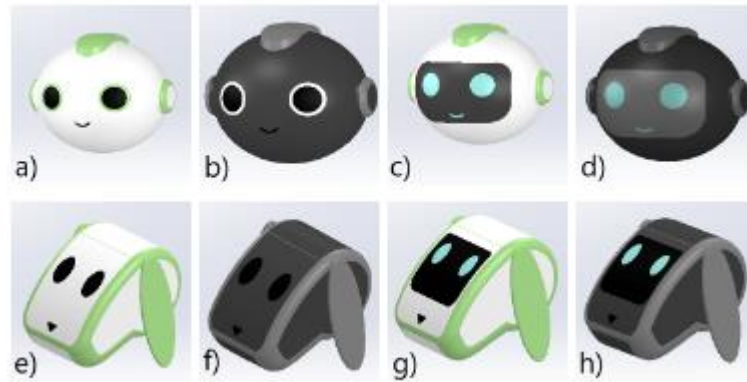
4.1 Kontseptsioonimudelite koostamine

Antud töö raames oli autoril vaba valik, kuidas omavahel kombineerida disaini soovitusi. Enne lõpliku kujundust puudutava otsuse langetamist sai omavahel sobitatud erinevaid disaini elemente, et saada täpsem visuaalne ettekujutus võimalikest lahendustest. Mudelite loomiseks sai inspiratsiooni kogutud kasutades Google pildiotsingut ingliskeelsete märksõnadega *service robots*, *humanoid robots* ja *animal robots* ning Oron-Gilad *et al.* samateemalist uurimistööd [10].

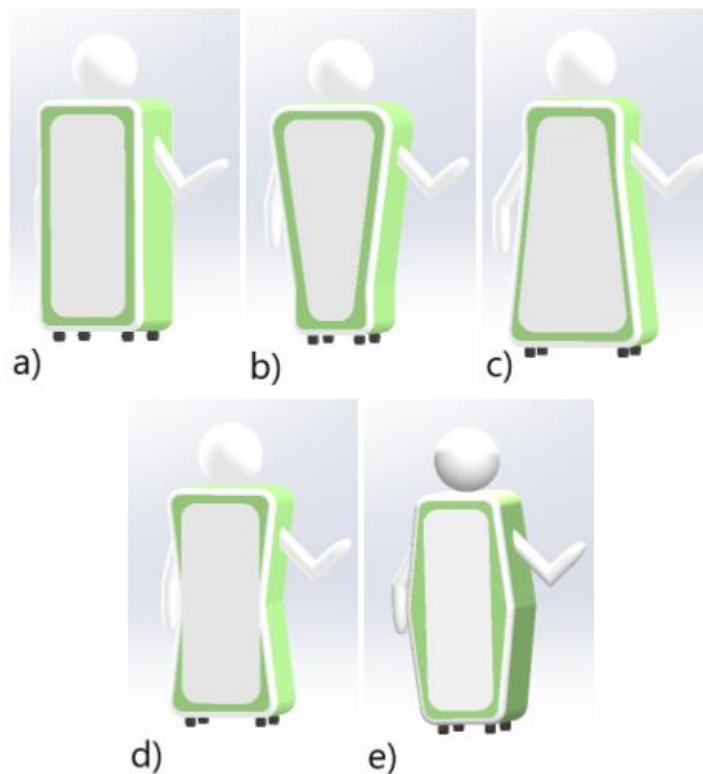
Kuna haiglas teed juhatama sobib nii antropomorfse kui ka zoomorfse väljanägemisega robot, sai otsustatud, et lõpp-tulemusena valmib kaks erineva väljanägemisega roboti kere – humanoid ja loomasarnane robot. Et vältida õõvaorgu, oli eesmärgiks robotites hoida mingil määral sarnasust elusolendiga, kuid hoida selget robootliku joont.

Esiteks sai loodud kaks erinevat pea kuju, üks mis sarnaneb rohkem inimesele ja teine, mis sarnaneb rohkem koerale. Mõlemale pea disainile tekitati kaks erinevat silmade kujutamise võimalust – staatilised ja ekraanil kujutatud. Lisaks heledale värvilahendusele (valge-rohelise kombinatsioon) soovis autor katsetada ka tumedaid toone (musta-halli kombinatsioon) (joonis 3.5).

Kehakuju loomisel sai lähtutud viiest erinevast geomeetrisest kujundist – ristkülik, tagurpidi kolmnurk, kolmnurk, liivakell ja romb/ovaal. Kõik viis on kasutusel ka inimkehakujude kirjeldamisel [57]. Mudelitele sai lisatud ka ülajäsemed, et hinnata nende kokkusobivust kehaga (joonis 3.6). Alajäsemete asemel kasutati mudelites rattaid, sest ka tulevane roboti kere saab olema ratastel liikuv. Kõik mudelid said loodud ning kujutatud ühesuurustena. Kuna juba peade modelleerimisel sai selgeks, et tume värvilahendus ei sobi, jätkas torsode puhul autor ainult heleda värvilahendusega (joonis xx).



Joonis 3.5: Roboti pea kontseptsioon: humanoid hele silmadega (a), humanoid tume silmadega (b), humanoid hele ekraaniga (c), humanoid tume ekraaniga (d), loom hele silmadega (e), loom tume silmadega (f), loom hele ekraaniga (g), loom tume ekraaniga (h)



Joonis3.6: Roboti torso kuju kontseptsioon: ristkülik (a), tagurpidi kolmnurk (b), kolmnurk (c), liivakell (d) ja romb/ovaal (e)

Disaini soovitude taoline visualiseerimine ja mudelite omavaheline võrdlemine aitas töö autoril jõuda subjektiivse otsuseni, milline kombinatsioon oleks väljanägemiselt enim meeldiv lõpliku kere konstrueerimisel.

4.2 Nõuded

Selleks, et prototüüpe oleks võimalik testida ja kasutada, said mõlemad integreeritud Robotondiga. Robotont on Tartu Ülikoolis arendatud avatud robotplatvorm, mis on loodud õppe- ja teadustööks [11]. Tegemist on mobiilse ja omniliikuva robotiga, millel on väga lihtne, mehaaniline disain (joonis 4.1). Sensoritest on Robotondil olemas Realsense D435 kaamera.



Joonis 4.1: Robotont [11]

4.2.1 Nõuded lahendustele

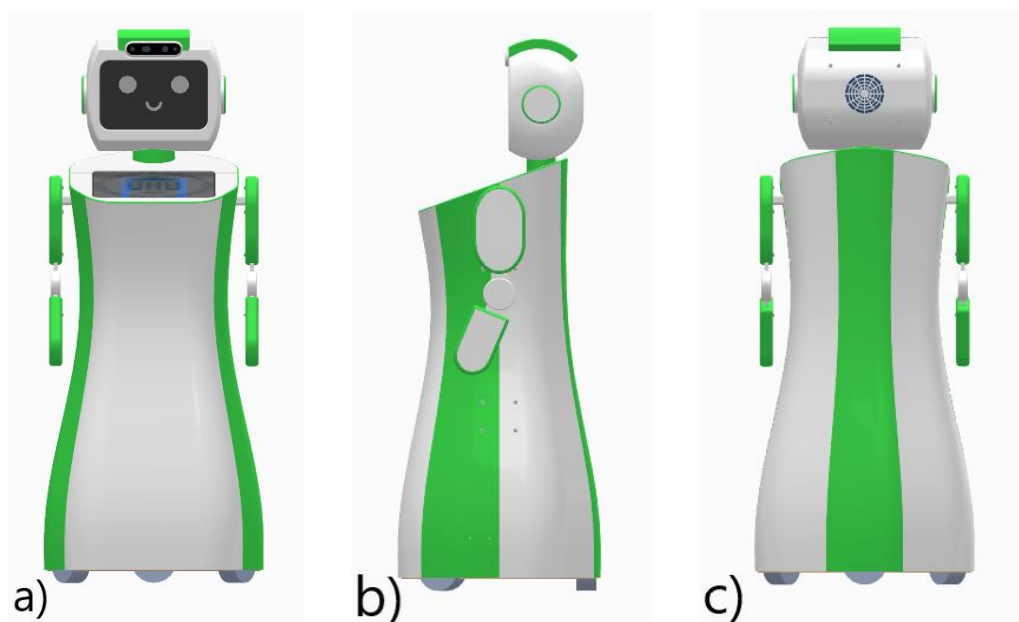
- Roboti kere kinnitub Robotondi külge
- Robotondi mehhaanilised komponendid on peidetud
- Robotil on pea
- Robotil on silmad
- Robotil on torso
- Roboti kere on maksimaalselt kuni 3 kg raske
- Realsense kaamera on integreeritud disaini
- Robotondi akule on tagatud ligipääs
- Robot on heleda värvilahendusega

4.3 Disain

Käesolevas alampeatükis kirjeldatakse pikemalt disainiprotsessi. Töö teostati modelleerimistarkvaraga Solid Edge 2023 Student Edition [58]. Detailid tehti võimalikult kompaktsed, et võimaldada nende printimist 3D-printeriga. Komponentide täielik nimekiri on leitavad lisas 2 olevates Tabel 1 ja Tabel 2. Disainifailid on leitavad repositooriumis GitHub [59], viide asukohale on leitav lisas 1.

4.3.1 Humanoidi disain

Humanoidi disainimisel oli töö autori soov, et see vastaks võimalikult paljudele disainisoovitustele. Seetõttu on silmade ja suu kuvamiseks kogu näo ulatuses lisatud ekraan. Roboti torsole sai antud liivakella kuju, et rõhutada selle feminiinsust. Lisatud said ka ülajäsemed, mis annavad roboti kerele rohkem antropomorfset välisilmet (joonis 4.2). Elemendid nagu ekraan ja tahvelarvuti on disainile lisatud illustreerimise eesmärgil.



Joonis4.2: Humanoid eest vaates (a), küljelt vaates (b) ja tagant vaates (c)

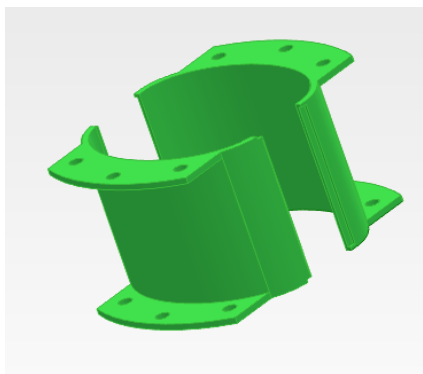
Disainimisel jagati roboti kere neljaks osaks – pea, kael, torso ja jäse. Roboti kere seinad on 2 mm paksud. Pea ise koosneb eesmisest, ülemisest ja tagumisest osast, osad on omavahel kruvide ning vahelülidega ühendatud. Näo ava suurus sobib 7-tollise vedelkristallekraani (LCD) mõõtmetega, ekraani kaitseks on lisatud kaitseklaas. Kaamera asub ekraani kohal (joonis 4.2). LCD ekraani ja kaamera pea korpuse külge kinnitamiseks on kasutatud kaks kinnitusplaati, ekraanikaitse on kinnitatud korpuse külge klambrite abil. Lisatud on

ventileerimisava ning tugevdusribid. Pea sisse on jäetud piisavalt ruumi, et tulevikus lisada robotile lisafunktsionaalsusi (joonis 4.3). Pea kõrgus on 187 mm, laius 218 mm ja sügavus 115 mm. Modelleeritud detailid kaaluvad kokku ligi 0,4 kg. Kaal on arvutatud programmi poolt, aluseks on võetud ABS (akrüülnitriil-butadien-stüreen) plastik tihedusega 1024 kg/m³. Lisanduvad LCD ekraani ja kaamera kaal.



Joonis 4.3: Humanoidi pea disain

Pea ja torso omavaheliseks ühendamiseks on kael. Kael koosneb samuti kahest osast - eesmine ja tagumine. Mõlemad osad kinnituvad kruvidega vastavate korpuste külge. Keskel on jäetud kael tühjaks juhtmestiku tarvis (joonis 4.4). Kael on disainitud mitte-liikuvaks. Kaela kõrgus on 50 mm, laius 64 mm ning sügavus 65 mm.

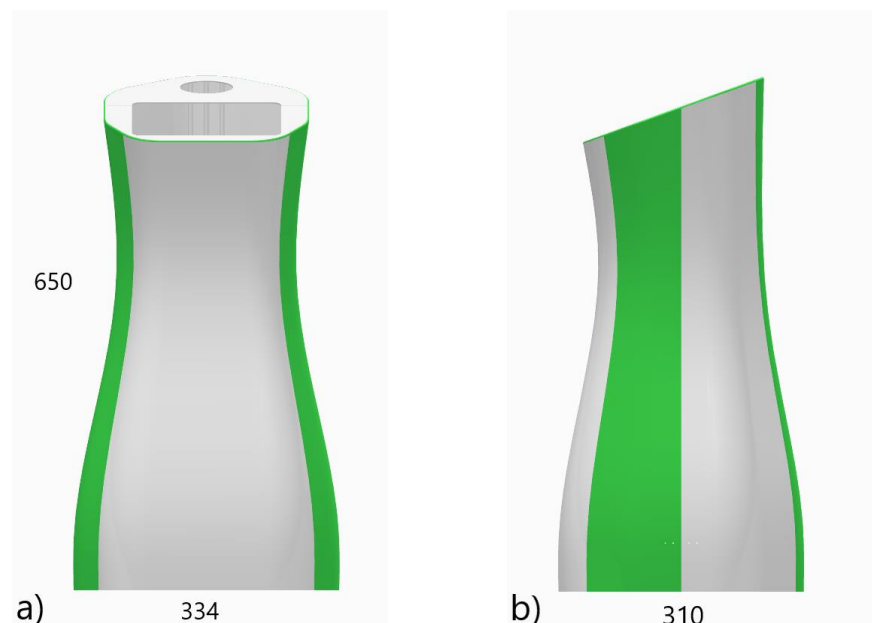


Joonis 4.4: Kaela detailid

Torso on jagatud omakorda kuueks osaks, mööda horisontaal ja vertikaal telgesid. Torso põhjale ja pealmisele osale on antud sama kuju, mis on Robotondil (joonis 4.5). Torso pealmisse ossa on jäetud ava 7-tollise puutetundliku tahvelarvuti jaoks. Tahvelarvuti kinnitub korpuse külge seestpoolt kinnitusplaadiga. Torso osad on omavahel ühendatud seestpoolt vahelülide ja kinnitusplaatidega. Vahelülide eesmärk on tagada torso struktuuri stabiilsus. Torso alumises osas, seestpoolt, jookseb terve korpuse ulatuses 2 cm lai vöö, millega torso asetub Robotondi ülemisele plaadile. Torso ise kinnitub kruvidega Robotondi ülemise plaadi külge külje pealt, kokku kümnes punktis. Selline kinnitusmeetod sai valitud, et Robotondi põhjas olevale akule oleks tagatud vaba juurdepääs. Torso sees on ohtralt vaba ruumi lisafunktsionaalsuste lisamiseks. Torso mõõtmed: kõrgus 650 mm, laius 334, sügavus 310 mm (joonis 4.6). Detailide kaaluks on kokku ligikaudu 1,4 kg, lisandub puutetundliku ekraani kaal.

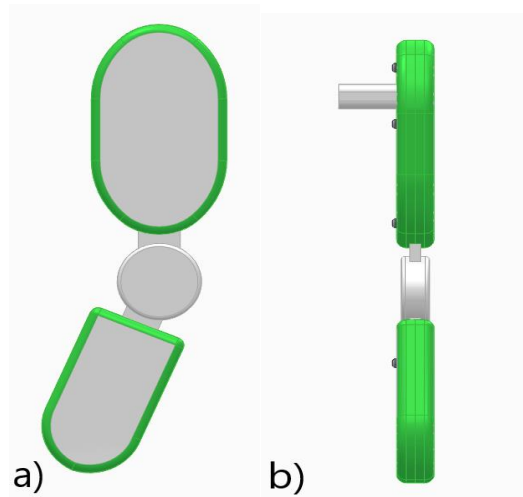


Joonis 4.5: Torso pealtvaates



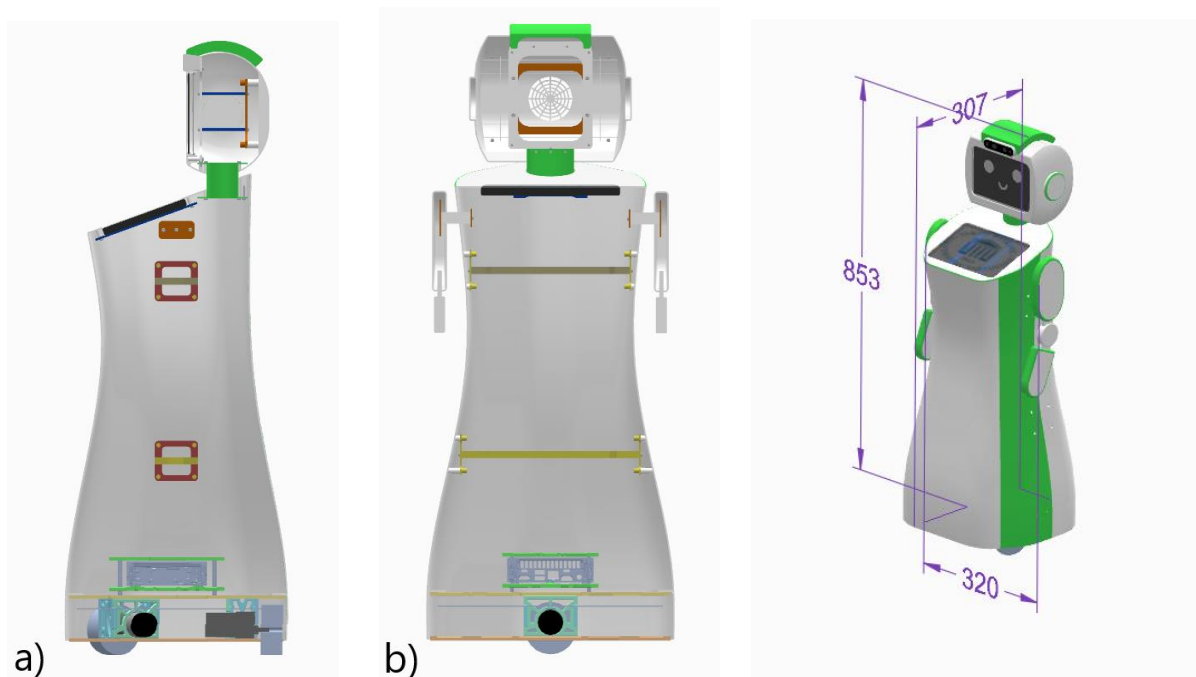
Joonis 4.6: Torso eest vaates (a) ja küljelt vaates (b)

Jäsemed koosnevad kumbki kolmest osast - õlavarre osa, käevarre osa ning nende vahel kinnitusosa, kokku kaheksa detaili jäseme kohta (joonis 4.7). Jäsemed on mitte-liikuvad ning kinnituvad torso külge vahelüli ja kinnitusplaatidega seestpoolt. Jäseme kõrgus on 258 mm, laius 52 mm ning sügavus 107 mm. Ühe jäseme kaal on umbes 0,14 kg.



Joonis 4.7: Humanoidi ülajäse eest vaates (a) ja küljelt vaates (b)

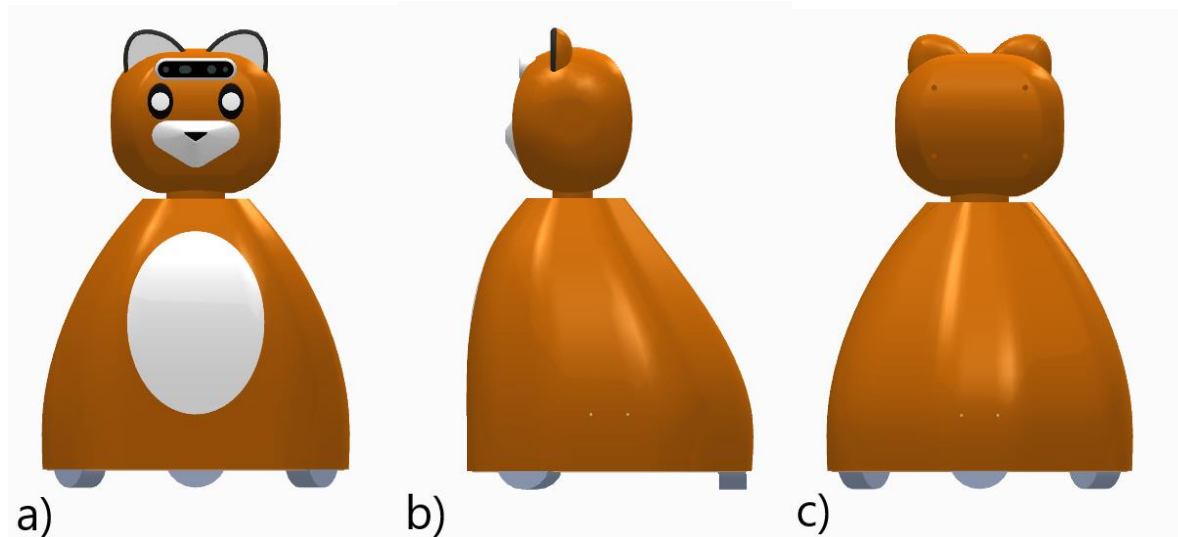
Kokku on humanoidi kõrgus koos Robotondi ratastega umbes 853 mm. Kere plastikust detailid kaaluvad kokku ligikaudu 2,1 kg, lisanduvad puutetundliku tahvelarvuti, LCD ekraani ning kaamera kaalud. Värvidest on kasutatud valget ning rohelist (joonis 4.8).



Joonis 4.8: Humanoidi piiki (a) ja risti lõige (b) ning humanoid täisvaates koos mõõtmetega

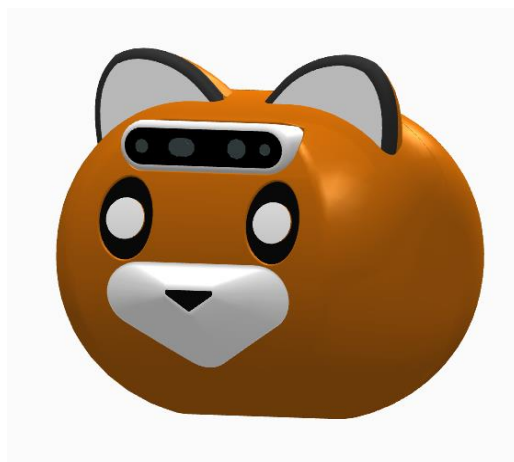
4.2.2 Loom-roboti disain

Zoomorfse roboti puhul oli autori lähenemine disainile minimalistlikum (joonis 4.9). Loomale viitavad selle roboti puhul ainult pea kuju ning kere suurus. Näo elemendid on staatilised (joonis 4.10).



Joonis 4.9: Zoomorfne robot eest vaates (a), küljelt vaates (b) ja tagant vaates (c)

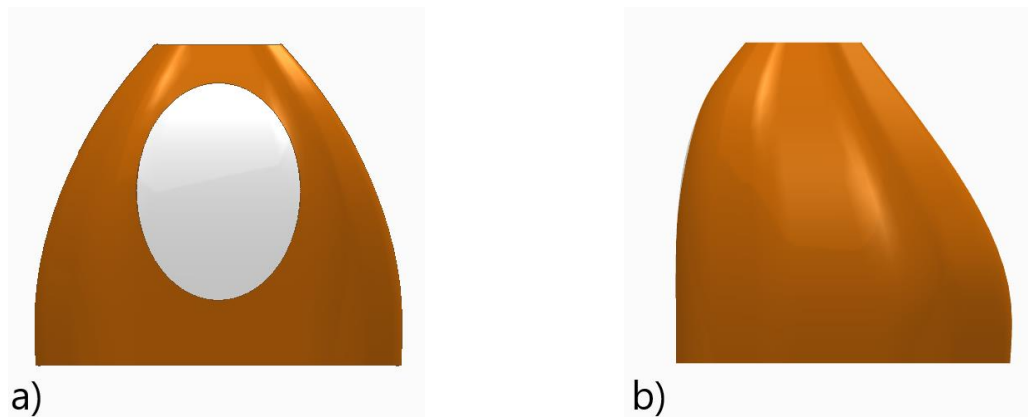
Loomasarnase roboti disainimisel jagati roboti kere kolmeks osaks – pea, kael ja torso. Roboti kere seinad on 2 mm paksud. Pea koosneb eesmisest ja tagumisest osast, osad on omavahel ühendatud samamoodi, nagu humanoidi puhul. Pea sisse on jäetud piisavalt ruumi, et tulevikus lisada robotile lisafunktsionaalsusi. Pea kõrgus on 179 mm, laius 185 mm ja sügavus 130 mm. Modelleeritud detailid kaaluvad kokku ligi 0,32 kg (aluseks on võetud materjal tihedusega 1024 kg/m³).



Joonis 4.10: Zoomorfse roboti pea

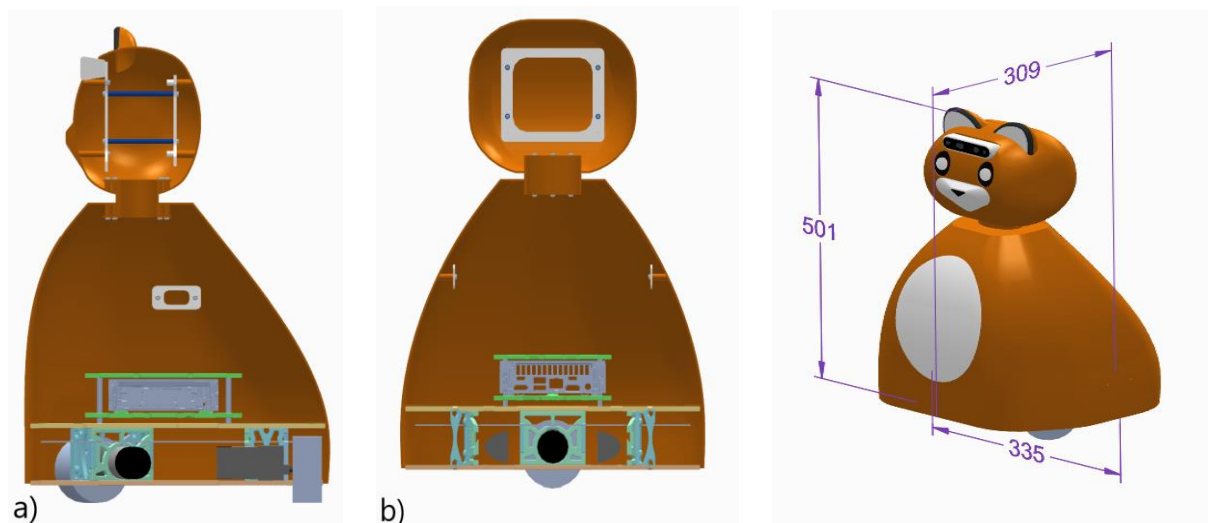
Pea ja torso omavaheliseks ühendamiseks on kael. Ka sellel robotil on kael disainitud mitte-liikuvaks. Kasutatud on samu detaile, mis humanoidi puhul, kuid vähendatud kõrgust 10 mm võrra.

Torso koosneb kahest osast, eesmine ja tagumine ning on kolmnurga kujuline (joonis 4.11). Põhjale ja pealmisele osale on antud sama kuju, mis on Robotondil. Robotondile kinnitub torso samamoodi, nagu humanoidi puhul. Torso sees on vaba ruumi lisafunktsionaalsuste lisamiseks. Torso mõõtmed: kõrgus 296 mm, laius 335, sügavus 309 mm, kaal umbes 0,6 kg.



Joonis 4.11: Zoomorfse roboti torso eest vaates (a) ja küljelt vaates (b)

Kokku on selle roboti kõrgus 486 mm, koos Robotondi ratastega umbes 501 mm. Kere plastikust detailid kaaluvad kokku ligikaudu 1 kg. Värvidest sai kasutatud oranži ja valget (joonis 4.12).



Joonis 4.12: Loomasarnase roboti risti lõige (a), pikki lõige (b) ning robot täisvaates koos mõõtmetega

5 Arutelu

Lõputöö tulemusena said leitud vastused mõlemale püstitatud uurimisküsimusele. Võib väita, et nii kasutaja vanus, tema päritolu, kui ka roboti välisilme kokku mõjutavad olulisel määral kasutaja valmidust robotit kasutada. Kuid leidub rida väliseid tunnuseid, mis võivad mõjutada positiivselt inimese valmidust tarbida teenindusroboti pakutavaid teenuseid.

Erialakirjandusega töötamise käigus ilmnunud soovitusel said rakendatud täielikult või osaliselt inimese sarnase ja looma sarnase roboti kere disainimisel.

Lõputöö autori kogemus detailide disainimisel ilma füüsilise näidiseta oli enne antud töö kirjutamist piiratud. Sellest tulenevalt võib disainis esineda lahendusi, mis pole optimaalsed või on keerulised ja kulukad toota. Samuti võib mõjutada loodud disain Robotondi liikumise stabiilsust.

Tulevikus on võimalik muuta mõlema roboti disaini või luua hoopis teistsuguse väljanägemisega roboti kere. Samuti võib tulevikus muuta kaela ja jäsemete disaini muutes need liikuvateks.

6 Kokkuvõte

Inimese suhtumist teenindusrobotitesse ja valmidust neid igapäevaselt kasutada mõjutavad mitmed tegurid. Roboti väljanägemine on üks nendest. Bakalaureusetöö eesmärgiks oli välja selgitada, millise väljanägemisega teenindusrobot sobiks teed juhatama keskmise haigla külastaja jaoks.

Töö tulemusena valmis ülevaade disaini soovitustest. Potentsiaalselt edukas robot omab elusolendile, kas inimene või loom, piisavalt sarnaseid jooni, kuid on siiski selgelt robotliku välimusega. Pea ja näo olemasolu on oluline. Emotsioonide väljendamise võimaluse ja ülajäsemete lisamine suurendab inimesele sarnasust ning seeläbi usaldust roboti pakutava teenuse osas. Roboti kere on keskmise suurusega, pigem feminiinse kujuga, kuid siiski võimalikult sooneutraalne. Värvidest on eelistatud heledad toonid.

Ülal mainitud soovituste põhjal valmisid kaks roboti mudelit – üks inimese sarnane ehk humanoid ning üks looma sarnane.

Kasutatud materjalid

- [1] “Robots for Elderly - applications, experiences and ethical questions.” <https://www.slideshare.net/THLfi/robots-for-elderly-applications-experiences-and-ethical-questions> (vaadatud 02.05.2023).
- [2] K. MacDorman and H. Ishiguro, “The uncanny advantage of using androids in cognitive science research,” *Interact. Stud.*, vol. 7, pp. 297–337, Nov. 2006, doi: 10.1075/is.7.3.03mac.
- [3] S. Dalibard, N. Magnenat-Talmann, and D. Thalmann, *Anthropomorphism of Artificial Agents: A Comparative Survey of Expressive Design and Motion of Virtual Characters and Social Robots*. 2012.
- [4] Codeincode.pl, “KettyBot,” *Edu4Industry*. <https://edu4industry.com/en/produkt/kettybot/> (vaadatud 27.04.2023).
- [5] J. Kędzierski, P. Kaczmarek, M. Dziergwa, and K. Tchoń, “Design for a Robotic Companion,” *Int. J. Humanoid Robot.*, vol. 12, pp. 1550007–1, Jan. 2015, doi: 10.1142/S0219843615500073.
- [6] Y. Song, A. Luximon, and Y. Luximon, “The effect of facial features on facial anthropomorphic trustworthiness in social robots,” *Appl. Ergon.*, vol. 94, p. 103420, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.apergo.2021.103420.
- [7] K. Pollmann, N. Tagalidou, and N. Fronemann, “It’s in Your Eyes: Which Facial Design is Best Suited to Let a Robot Express Emotions?,” Sep. 2019. doi: 10.1145/3340764.3344883.
- [8] “SANBOT Max Business Service Robot.” <https://www.althumans.com/sanbot-max-business-service-robot.html> (vaadatud 11.05.2023).
- [9] “Robots - 2 legs or wheels. Which is better?,” *robotics*, Mar. 12, 2023. <https://www.unlimited-robotics.com/post/robots-2-legs-or-wheels-which-is-better> (vaadatud 2.05.2023).
- [10] T. Oron-Gilad, Y. Parmet, and E. Liberman-Pincu, *Judging a socially assistive robot (SAR) by its cover; The effect of body structure, outline, and color on users’ perception*. 2021. doi: 10.48550/arXiv.2202.07614.
- [11] “robotont.” <http://robotont.ut.ee/avaleht> (vaadatud 12.05.2023).
- [12] J. P. Bunker, “The role of medical care in contributing to health improvements within societies,” *Int. J. Epidemiol.*, vol. 30, no. 6, pp. 1260–1263, Dec. 2001, doi: 10.1093/ije/30.6.1260.
- [13] “Oodatav eluiga ja tervena elada jäänud aastad on vähenenud | Statistikaamet.” <https://www.stat.ee/et/uudised/oodatav-eluiga-ja-tervena-elatud-aastad-2021> (vaadatud 26.04.2023).
- [14] M. Piirits and P. K. Praxis, “Eesti tööturg: hetkeolukord ja tulevikuväljavaated”.

- [15] J. Xu and A. Howard, “The Impact of First Impressions on Human- Robot Trust During Problem-Solving Scenarios,” in *2018 27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, 2018, pp. 435–441. doi: 10.1109/ROMAN.2018.8525669.
- [16] M. Pino, M. Boulay, F. Jouen, and A.-S. Rigaud, ““Are we ready for robots that care for us?” Attitudes and opinions of older adults toward socially assistive robots.,” *Front. Aging Neurosci.*, vol. 7, p. 141, 2015, doi: 10.3389/fnagi.2015.00141.
- [17] S. Whelan, K. Murphy, E. Barrett, C. Krusche, A. Santorelli, and D. Casey, “Factors Affecting the Acceptability of Social Robots by Older Adults Including People with Dementia or Cognitive Impairment: A Literature Review,” *Int. J. Soc. Robot.*, vol. 10, no. 5, pp. 643–668, Nov. 2018, doi: 10.1007/s12369-018-0471-x.
- [18] “About the daVinci Surgical System | UC Health.” <https://www.uchealth.com/services/robotic-surgery/patient-information/davinci-surgical-system/> (vaadatud 18.05.2023).
- [19] “ISO 8373:2012(en), Robots and robotic devices — Vocabulary.” <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en> (vaadatud 18.05.2023).
- [20] “TUG Autonomous Mobile Robots for Healthcare and Hospitality,” *Aethon*. <https://aethon.com/products/> (vaadatud 18.05.2023).
- [21] “Moxi,” *Diligent Robotics*. <https://www.diligentrobots.com/moxi> (vaadatud 18.05.2023).
- [22] C. Bartneck and J. Forlizzi, “A design-centred framework for social human-robot interaction,” in *R & D Management - R D MANAGE*, Oct. 2004, pp. 591–594. doi: 10.1109/ROMAN.2004.1374827.
- [23] “PARO Therapeutic Robot.” <http://www.parorobots.com/> (vaadatud 18.05.2023).
- [24] “Expper Technologies.” <https://robinrobot.co/> (vaadatud 18.05.2023).
- [25] L. Dingjun, P.-L. Rau, and Y. Li, “A Cross-cultural Study: Effect of Robot Appearance and Task,” *J Soc. Robot.*, vol. 2, pp. 175–186, Jun. 2010, doi: 10.1007/s12369-010-0056-9.
- [26] K. Coco, M. Kangasniemi, and T. Rantanen, “Care Personnel’s Attitudes and Fears Toward Care Robots in Elderly Care: A Comparison of Data from the Care Personnel in Finland and Japan,” *J. Nurs. Scholarsh.*, vol. 50, no. 6, pp. 634–644, 2018, doi: <https://doi.org/10.1111/jnu.12435>.
- [27] R. Bogue, “The future of robotics in Europe,” *Ind. Robot Int. J.*, vol. 41, no. 6, pp. 487–492, Jan. 2014, doi: 10.1108/IR-07-2014-0364.
- [28] K. Cresswell, S. Cunningham-Burley, and A. Sheikh, “Health Care Robotics: Qualitative Exploration of Key Challenges and Future Directions.,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 20, no. 7, p. e10410, Jul. 2018, doi: 10.2196/10410.

- [29] T. Rantanen, P. Lehto, P. Vuorinen, and K. Coco, "Attitudes towards care robots among Finnish home care personnel - a comparison of two approaches.," *Scand. J. Caring Sci.*, vol. 32, no. 2, pp. 772–782, Jun. 2018, doi: 10.1111/scs.12508.
- [30] A. Y. Ayyildiz, M. Baykal, and E. Koc, "Attitudes of hotel customers towards the use of service robots in hospitality service encounters," *Technol. Soc.*, vol. 70, p. 101995, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.techsoc.2022.101995.
- [31] B. Liu, D. Tetteroo, A. Timmermans, and P. Markopoulos, "Exploring Older Adults' Acceptance, Needs, and Design Requirements towards Applying Social Robots in a Rehabilitation Context," Aug. 2022, pp. 1077–1084. doi: 10.1109/ROMAN53752.2022.9900804.
- [32] D. Portugal, P. Alvito, E. Christodoulou, G. Samaras, and J. Dias, "A Study on the Deployment of a Service Robot in an Elderly Care Center," *Int. J. Soc. Robot.*, vol. 11, Apr. 2019, doi: 10.1007/s12369-018-0492-5.
- [33] I. Lin and A. Mattila, "The Value of Service Robots from the Hotel Guest's Perspective: A Mixed-Method Approach," *Int. J. Hosp. Manag.*, vol. 94, p. 102876, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.ijhm.2021.102876.
- [34] M. Walters, D. S. Syrdal, K. Dautenhahn, R. Boekhorst, and K. Koay, "Avoiding the uncanny valley: Robot appearance, personality and consistency of behavior in an attention-seeking home scenario for a robot companion," *Auton Robots*, vol. 24, pp. 159–178, Feb. 2008, doi: 10.1007/s10514-007-9058-3.
- [35] T. Fong, I. Nourbakhsh, and K. Dautenhahn, "A Survey of Socially Interactive Robots," *Robot. Auton. Syst.*, vol. 42, pp. 143–166, Mar. 2003, doi: 10.1016/S0921-8890(02)00372-X.
- [36] J. van Doorn *et al.*, "Domo Arigato Mr. Roboto: Emergence of Automated Social Presence in Organizational Frontlines and Customers Service Experiences," *J. Serv. Res.*, vol. 20, Nov. 2016, doi: 10.1177/1094670516679272.
- [37] M. van Pinxteren, R. Wetzels, J. Rüger, M. Pluymaekers, and M. Wetzels, "Trust in humanoid robots: implications for services marketing," *J. Serv. Mark.*, vol. ahead-of-print, Jul. 2019, doi: 10.1108/JSM-01-2018-0045.
- [38] M. Mori, K. MacDorman, and N. Kageki, "The Uncanny Valley [From the Field]," *IEEE Robot. Autom. Mag.*, vol. 19, pp. 98–100, Jun. 2012, doi: 10.1109/MRA.2012.2192811.
- [39] T. Shibata, K. Wada, Y. Ikeda, and S. Sabanovic, "Cross-Cultural Studies on Subjective Evaluation of a Seal Robot," *Adv. Robot.*, vol. 23, pp. 443–458, Mar. 2009, doi: 10.1163/156855309X408826.
- [40] H. Mahdi, S. Akgün, S. Saleh, and K. Dautenhahn, "A survey on the design and evolution of social robots — Past, present and future," *Robot. Auton. Syst.*, vol. 156, p. 104193, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.robot.2022.104193.
- [41] J. H. Lee *et al.*, "User perception of medical service robots in hospital wards: a cross-sectional study.," *J. Yeungnam Med. Sci.*, vol. 39, no. 2, pp. 116–123, Apr. 2022, doi: 10.12701/yujm.2021.01319.

- [42] I. Deutsch, H. Erel, M. Paz, G. Hoffman, and O. Zuckerman, “Home Robotic Devices for Older Adults: Opportunities and Concerns,” *Comput. Hum. Behav.*, vol. 98, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.chb.2019.04.002.
- [43] D. Karreman, G. Ludden, and V. Evers, “Beyond R2D2: Designing Multimodal Interaction Behavior for Robot-specific Morphology,” *ACM Trans. Hum.-Robot Interact.*, vol. 8, pp. 1–32, Aug. 2019, doi: 10.1145/3331144.
- [44] S. Stroessner and J. Benitez, “The Social Perception of Humanoid and Non-Humanoid Robots: Effects of Gendered and Machinelike Features,” *Int. J. Soc. Robot.*, vol. 11, pp. 305–315, Apr. 2019, doi: 10.1007/s12369-018-0502-7.
- [45] H. Bradwell, G. Noury, K. Edwards, R. Winnington, S. Thill, and R. Jones, “Design recommendations for socially assistive robots for health and social care based on a large scale analysis of stakeholder positions,” *Health Policy Technol.*, vol. 10, p. 100544, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.hlpt.2021.100544.
- [46] S. Bedaf, P. Marti, and L. Witte, “What are the preferred characteristics of a service robot for the elderly? A multi-country focus group study with older adults and caregivers,” *Assist. Technol.*, vol. 31, Nov. 2017, doi: 10.1080/10400435.2017.1402390.
- [47] R. A. Søråa and M. E. Fostervold, “Social domestication of service robots: The secret lives of Automated Guided Vehicles (AGVs) at a Norwegian hospital,” *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, vol. 152, p. 102627, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102627>.
- [48] E. Abdi, D. Tojib, A. Seong, Y. Pamarthi, and G. Millington-Palmer, “A study on the influence of service robots’ level of anthropomorphism on the willingness of users to follow their recommendations,” *Sci. Rep.*, vol. 12, Sep. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-19501-0.
- [49] T. Iio, S. Satake, T. Kanda, K. Hayashi, F. Ferreri, and N. Hagita, “Human-Like Guide Robot that Proactively Explains Exhibits,” *Int. J. Soc. Robot.*, vol. 12, no. 2, pp. 549–566, May 2020, doi: 10.1007/s12369-019-00587-y.
- [50] J. Willems, L. Schmidhuber, D. Vogel, F. Ebinger, and D. Vanderelst, “Ethics of robotized public services: The role of robot design and its actions,” *Gov. Inf. Q.*, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.giq.2022.101683.
- [51] C. Disalvo, F. Gemperle, J. Forlizzi, and S. Kiesler, *All robots are not created equal: The design and perception of humanoid robot heads*, vol. 321–326. 2002, p. 326. doi: 10.1145/778712.778756.
- [52] M. Glocker, D. Langleben, K. Ruparel, R. Gur, and N. Sachser, “Baby Schema in Infant Faces Induces Cuteness Perception and Motivation for Caretaking in Adults,” *Ethol. Former. Z. Tierpsychol.*, vol. 115, pp. 257–263, Mar. 2009, doi: 10.1111/j.1439-0310.2008.01603.x.
- [53] S. Seo, “When Female (Male) Robot Is Talking To Me: Effect of service robots’ gender and anthropomorphism on customer satisfaction,” *Int. J. Hosp. Manag.*, vol. 102, p. 103166, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2022.103166>.

- [54] Y.-H. Wu, C. Fassert, and A.-S. Rigaud, “Designing robots for the elderly: Appearance issue and beyond,” *Arch. Gerontol. Geriatr.*, vol. 54, pp. 121–6, Feb. 2011, doi: 10.1016/j.archger.2011.02.003.
- [55] Y. Tu, Y. Hong, D. Guan, and Z. Yang, “Fat or thin? A study on the influence of body type of service robots on human-robot interaction willingness,” in *2022 Global Conference on Robotics, Artificial Intelligence and Information Technology (GCRAIT)*, 2022, pp. 68–71. doi: 10.1109/GCRAIT55928.2022.00023.
- [56] H. Bradwell, K. Edwards, R. Winnington, S. Thill, and R. Jones, “Companion robots for older people: Importance of user-centred design demonstrated through observations and focus groups comparing preferences of older people and roboticists in South West England,” *BMJ Open*, vol. 9, Sep. 2019, doi: 10.1136/bmjopen-2019-032468.
- [57] “What are some different body types?,” May 31, 2022. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/body-types> (vaadatud 17.05.2023).
- [58] “Solid Edge Student Edition,” *Siemens Resource Center*. <https://resources.sw.siemens.com/hu-HU/download-solid-edge-student-edition> (vaadatud 17.05.2023)).
- [59] “Build software better, together,” *GitHub*. <https://github.com> (vaadatud 20.05.2023).

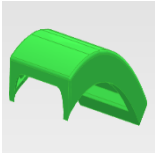
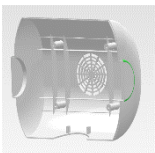
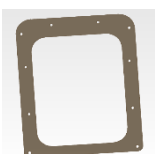
Lisad

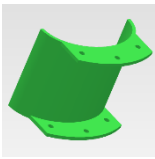
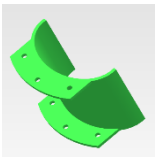
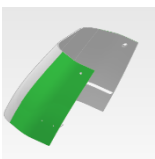
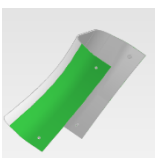
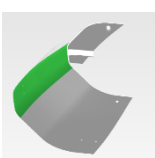
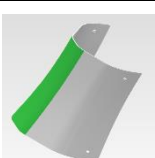
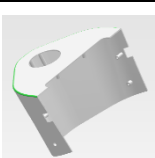
Lisa 1 Juurdepääs disainifailidele

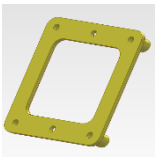
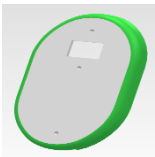
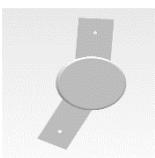
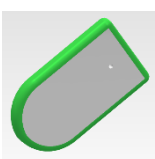
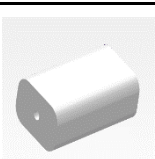
Bakalaureusetöö käigus loodud .par, .step ja .stl failid on kättesaadavad GitHub keskkonnas aadressil <https://github.com/AleDorosh/doroshenko-thesis-2023-robotont-mechanics-addon-appearance-design>.

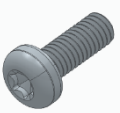
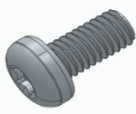
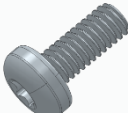
Lisa 2 Detailide nimekiri

Tabel 1 : Humanoidi detailid

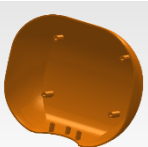
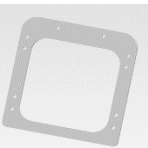
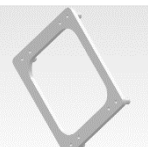
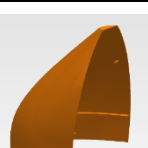
<i>Detaili nimi</i>	<i>Eelvaade</i>	<i>Faili nimi</i>
Humanoidi pea pealmine osa		Pea_ylemine.par
Humanoidi pea eesmine osa		Pea_eesmine.par
Humanoidi pea tagumine osa		Pea_tagumine.par
Humanoidi LCD ekraani kaitse		Pea_ekraan.par
Humanoidi kaamera ja esiosa kinnitus		Pea_kaamera_kinnitus.par
Humanoidi pea tagumise osa kinnitus		Pea_tagumine_kinnitus.par

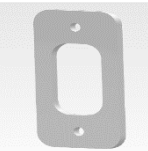
Humanoidi pea kinnituste vahelüli		Pea_vahelyli.par
Humanoidi kaela eesmine osa		Kael_eesmine.par
Humanoidi kaela tagumine osa		Kael_tagumine.par
Humanoidi kere eesmise osa alumine jupp		Kere_eesmine_alumine.par
Humanoidi kere eesmise osa keskmine jupp		Kere_eesmine_keskmine.par
Humanoidi kere eesmise osa ülemine jupp		Kere_eesmine_ylemine.par
Humanoidi kere tagumise osa alumine jupp		Kere_tagumine_alumine.par
Humanoidi kere tagumise osa keskmine jupp		Kere_tagumine_keskmine.par
Humanoidi kere tagumise osa ülemine jupp		Kere_tagumine_ylemine.par
Humanoidi kere alumise osa monteerimiseks kasutatav vahelüli		Kere_vahelyli_alumine.par

Humanoidi kere ülemise osa monteerimiseks kasutatav vahelüli		Kere_vahelyli_ylemine.par
Humanoidi kere monteerimiseks kasutatav külje kinnitus		Kere_kylje_kinniti.par
Humanoidi jäseme pool ülemisest osast		Jase_ylemine_parem.par
Humanoidi jäseme ülemise osa teine pool		Jase_ylemine_vasak.par
Humanoidi jäseme keskmine osa		Jase_keskmine.par
Humanoidi parema jäseme pool alumist osa		Jase_alumine_parem.par
Humanoidi parema jäseme alumise osa teine pool		Jase_alumine_vasak.par
Humanoidi vasaku jäseme alumise osa üks pool		Jase_vasak_alumine_parem.par
Humanoidi vasaku jäseme alumise osa teine pool		Jase_vasak_alumine_vasak.par
Humanoidi jäset ja torsot ühendav vahelüli		Jase_vahelyli.par

Humanoidi jäseme ja torso vaheline kinniti		Jase_ylemine_kinniti.par
Puutetundliku ekraani hoidja		Tahvli_hoidja.par
Roostevabast terasest kruvi M3x20		M3x20_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par
Roostevabast terasest kruvi M3x18		M3x18_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par
Roostevabast terasest kruvi M3x16		M3x26_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par
Roostevabast terasest kruvi M3x10		M3x10_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par
Roostevabast terasest kruvi M3x8		M3x8_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par
Roostevabast terasest kruvi M3x6		M3x6_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par
Roostevabast terasest kruvi M2.5x6		M2.5x6_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par

Tabel 2: Zoomorfse roboti detailid

<i>Detaili nimi</i>	<i>Eelvaade</i>	<i>Faili nimi</i>
Loom-roboti pea eesmine osa		Loom_pea_eesmine.par
Loom-roboti pea tagumine osa		Loom_pea_tagumine.par
Loom-roboti pea eesmise osa ja kaamera kinnitus		Loom_kaamera_kinnitus.par
Loom-roboti pea tagumise osa kinnitus		Loom_pea_tagumine_kinnitus.par
Loom-roboti pea kinnituste vahelüli		Loom_pea_vahelyli.par
Loom-roboti kaela eesmine osa		Loom_kael_eesmine.par
Loom-roboti kaela tagumine osa		Loom_kael_tagumine.par
Loom-roboti torso eesmine osa		Loom_kere_eesmine.par
Loom-roboti torso tagumine osa		Loom_kere_tagumine.par

Loom-roboti torso kinniti		Loom_kere_kinniti.par
Roostevabast terasest kruvi M3x18		M3x18_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par
Roostevabast terasest kruvi M3x10		M3x10_Stainless Steel Pan Head Torx Screws.par

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Aleksandra Doroshenko,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

„Haiglates inimesi juhatava roboti disain“

mille juhendajad on Karl Kruusamäe, Veiko Vunder ja Renno Raudmäe,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Aleksandra Doroshenko

20.05.2023