

Onderzoeksresultaat communicatie en emotionele connectie tussen mens en sensorisch autonome soft robotics

Auteur Ilya Flipsen

ivflipse@avans.nl

2129076

ABSTRACT

Met de opkomst van AI en slimme technologie is het waarschijnlijk dat onze relatie met technologie zal gaan veranderen. Over het algemeen is technologie moeilijk te begrijpen. Onze 'taal' bestaat vooral uit uitwisseling van tekst (code) en spraak. Hoewel dit voor nu misschien afdoende is, zal dit in de toekomst te gelimiteerd zijn. Naarmate dat technologie een steeds groter onderdeel van het leven zal worden moet de mens nieuwe en betere manieren vinden om te kunnen interacteren en communiceren met technologie.

De connectie tussen mens en robot is met twee belangrijke prototypes onderzocht. Het belang van soft robotics is hier een deel van. Hierbij staat de ervaring en interactie centraal. Ook wordt de autonomie van robots aan onderzocht aan de hand van de Piramide van Maslow.

Vanuit hier volgt de onderzoeksvraag: Wat kan een sensorische autonome soft robotic bijdragen aan het verdiepen van communicatie en emotionele connectie tussen mens en machine?

KEYWORDS

Soft robotics [1], AI, autonome robot, artificieel leven, risk-to-self, self-preservation

INTRODUCTIE

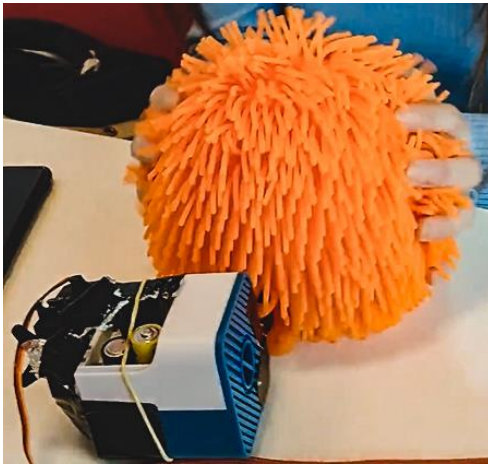
In dit onderzoek wordt er gekeken naar de connectie tussen mens en robot. Er is hier vooraf onderzoek naar gedaan, wat voor een deel besproken wordt in de introductie. Er wordt gekeken naar emoties van de mens. Bij het onderzoek Bodily maps of emotions [2], kwam naar voren dat emoties zich fysiologisch uiten bij de mens. Dit biedt een basis voor het beter begrijpen van wat voor rol emoties bij de mens spelen. Ook wordt er gekeken naar wat de mens heeft aan de interactie met een robot. Er wordt ingegaan op het belang van soft robots in de communicatie en interactie met de mens.

Zoals besproken wordt in 'Homeostasis and soft robotics in the design [3]' kunnen Intelligente robots theoretisch gezien baat hebben bij een soft robotic lichaam te krijgen. De robots krijgen door de introductie van 'risk-to-self', een 'self-preservation'. Wat betekent dat het lichaam kwetsbaar is en de robot zijn lichaam in stand moet en wilt houden. De robot kan hierdoor namelijk een equivalent van gevoelens kunnen krijgen en zich makkelijk aanpassen aan een specifiek milieu. Dit biedt een basis voor onderzoek naar bewustzijn en intelligentie van robot en mens. Bij artificieel leven kan een robot levensechte verschijnselen vertonen [4]. Vaak hebben deze robots een fysiek lichaam met verschillende sensoren. Het doel van de sensoren is de connectie met de buitenwereld. Net als bij een mens of dier komt er informatie binnen van buitenaf dat verwerkt wordt, dit is onze verbinding met de wereld.

Verder wordt er besproken wat de Piramide van Maslow kan betekenen voor autonoom en artificieel leven. Hiermee wordt er ook gekeken naar de kant van artificieel leven en autonomie.

Methoden

De deelvraag waar het prototype ALEX voor gemaakt is: hoe reageren mensen wanneer ze kunnen interacteren met een robot die terug reageert op de mens (hartslag)? En wat voor emoties en associaties komen hier bij op? (zie figuur 1). De deelnemers krijgen de opdracht om twee maal doormiddel van fysieke inspanning hun hartslag te verhogen. De eerste keer dient als nulmeting. De tweede keer mogen ze interacteren met de soft robotic genaamd ALEX. Na de interactie volgt een interview over de ervaring. De hypothese is dat de gebruikers een bepaalde affectie zullen voelen tegenover de robot en dat hun hartslag hierdoor sneller zou dalen door de aanmaak van oxytocine [5], tegenover geen interactie met de robot.



Figuur 1: Prototype ALEX. Dit is een speelgoed bal die verbonden zit met een elektrisch pompje. Het is met MAX MSP zo gemaakt dat de speelgoedbal oppompt als de hartslag te snel omhoog gaat (door inspanning). Het opblazen moedigt aan om de bal te aaien en te knuffelen. Door de fysieke interactie maakt je lichaam oxytocine aan. Zo zal de hartslag omlaag gaan [5].

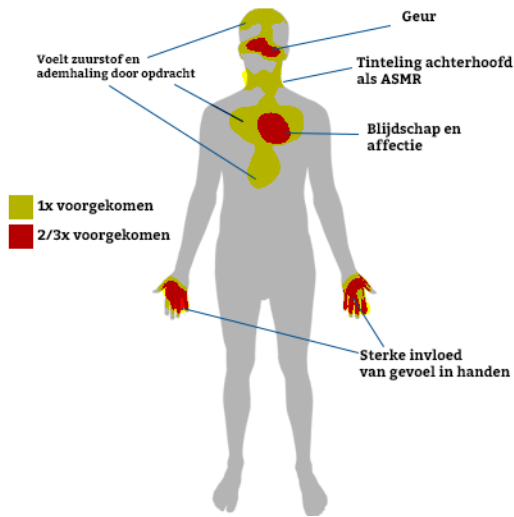
Tabel 1: frequentie waargenomen emoties en sensaties

Emotie/gevoel	Frequentie
Grappig	2
Vrolijk/blijdschap	2
Affectie/sympathie	2
Speels	2
Rustgevend	1
Communiceren/interactie	1
Verzorgend	1
Tinteling	1
Naar	1
Kriebelig	1
Geen affectie	1

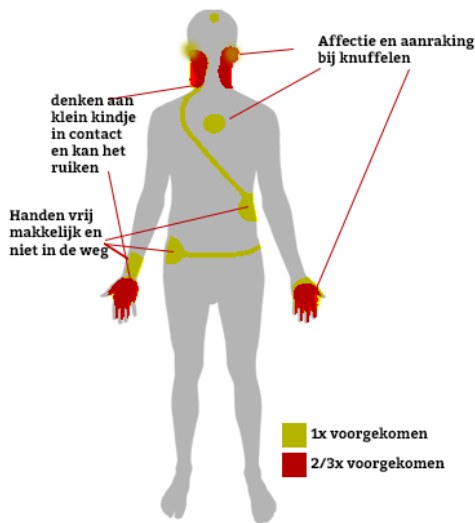
Na prototype 1 is er verder ontworpen vanuit de nieuwe inzichten. Hier is een tweede prototype voor gemaakt dat deze inzichten verder onderzoekt; prototype A.R.C. Bij dit prototype ligt de focus meer op de robot en de autonomieit. Door hier meer focus op te leggen is er een grotere hoeveelheid gedrag gemaakt. Hier hoort een specifiekere onderzoeksvraag bij en nieuwe deelvragen. Wat kan een sensorische autonome soft robotic bijdragen aan het verdiepen van communicatie en emotionele connectie tussen mens en machine? Het doel van het prototype A.R.C. is, erachter komen wat de invloed is op de communicatie en emotionele connectie tussen mens en machine, wanneer er een simulatie van een sensorische autonome soft robotics gebruikt wordt. Hier horen een aantal deelvragen bij waar later een poging tot een antwoord op komt. De testpersonen krijgen de opdracht om te interacteren met de robot. De bedoeling is dat ze ontdekkend te werk gaan om erachter te komen waar de robot op reageert. De hypothese bij dit prototype is dat er door de interactie een verdiepende communicatie ontstaat tussen de robot en testpersoon.

- Kan je met simpele middelen (sensoren, arduino, speelgoed, solenoid valves etc) een prototype maken dat artificeel leven simuleert, waar mensen tekens van leven in kunnen herkennen?
- Kan dit prototype de 2^e laag van de aangepaste robot versie van de Maslow piramide duidelijk maken en uittesten?
- Kan je met een soft lichaam en doormiddel van fysieke non-verbale communicatie emoties herkenbaar maken?
- Kunnen de testpersonen emotionele connecties vormen met de robot?

Doormiddel van deskreseach is de informatie verzameld over alle onderwerpen. Na de interactie van beide prototypes volgt een interview over de ervaring. Dit interview wordt gedaan om een beter begrip te krijgen van wat de gebruikers ervaaarde. Het ontwerpen van beide prototypes is gedaan doormiddel van tinkeren. Deze methode was hiervoor gebruikt omdat er een nieuw, nog niet bestaande idee bedacht moest worden. Op deze manier wordt er praktijkgericht ontworpen. Bij ALEX wordt biometrische data verzameld om erachter te komen of er fysiologische veranderingen zijn in de testpersonen. Deze veranderingen zeggen mogelijk iets over de connectie die er gevormd wordt met het prototype. Bij A.R.C. is er een usability test gedaan om de initiële fouten en onduidelijkheden eruit te halen. Dit is gedaan omdat er bij het eerste prototype (ALEX) veel feedback terugkwam waar niet op gerekend werd en dit mogelijk invloed had op de resultaten. Voor de testen zelf is de methode Wizard of Oz gebruikt. De prototypes zijn weliswaar geprogrammeerd om doormiddel van de sensoren een gedrag te vertonen. Maar de prototypes zijn ontwerpen voor hoe autonome robots er in te toekomst uit kunnen gaan zien. De autonomieit van de robots wordt als het ware 'gefaked' of gesimuleerd.



Figuur 2: Samenvoeging van resultaten verandering in lichaam



Figuur 3: samenvoeging reultaten waar robot meedragen

Resultaten

Waarom zijn soft robotics belangrijk in de communicatie en interactie tussen mens en robot? Deze vraag kan voor een deel beantwoord worden door het onderzoek 'The Tactile Ethics of Soft Robotics: Designing Wisely for Human-Robot Interaction' [6]. Een zacht materiaal zal meer aangenaam en of geruststellend zijn voor de mens. Dit kan een reactie van vertrouwen en openheid oproepen. Dit kan komen omdat de mens is natuurlijk gemaakt van zacht materiaal. Hierdoor kan het voor de mens meer vertrouwd voelt om te interacteren met een zachte robot, in tegenstelling tot een harde robot. Dit allemaal motiveert fysieke interactie hypothetisch gezien. Dit wordt verder onderzocht in de prototypes.

Prototype ALEX: Wat voor emotie(s) voelde je tijdens je interactie met Alex (de bal). Zie Tabel 1. De deelnemers omschreven niet altijd emoties maar meer wat voor effect het op hun had. De basis emoties die wel terugkwamen waren: vreugde (blijdschap) en afschuw (naar). Verder zijn er vaker tekens van een emotionele verbondenheid geweest (blij, affectie/sympathie, speels, communicatie/interactie, verzorgend, grappig. Dit staat in connectie met het toekennen van menselijke eigenschappen aan iets wat geen mens is, wat antropomorfisme heet [7]. Een deelnemer gaf aan dat de robot meer levendig en interactief overkwam wanneer het zich oppompte. Mensen interacteerte aanzienlijk meer en actiever wanneer er lucht in de bal kwam. Hierbij speelt het gevoel van interactie een belangrijke rol. De motor activeren op basis van de hartslag, waardoor de bal opblies, was hierbij een juiste keuze door het feit dat er meer gevoel van interactie was.

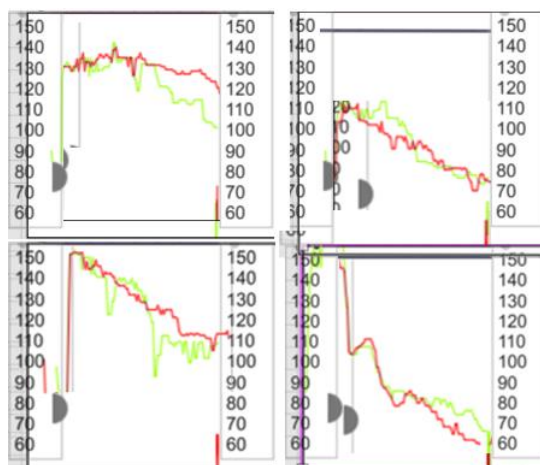
Kleur in waar in je lichaam je een verandering voelde. Zie Figuur 2. Mensen ervaren emoties fysiologisch in hun lichaam [3]. Hier is deze vraag op gebaseerd. Hier valt op dat mensen over het algemeen een positieve reactie hebben op de speelgoedbal. Hierbij is het interessant wat er in het lichaam gebeurt. De veranderingen in het lichaam in verband met de speelgoedbal zijn vooral positief. Het roept bij iedereen iets anders op maar een aantal waarnemingen komen overeen. Meerdere mensen roken aan de bal bij de interactie, hierdoor de neus. Er werd vaker een gevoel van blijdschap en affectie gevoeld in de borstkast [2]. Vanzelfsprekend was er veel gevoel in de handen omdat de gebruikers hiermee met de bal interacteerte. Het interessante van deze associaties is dat het bij 9 van de 11 associaties over levende wezens gaat (zie tabel 2). Dit suggereert dat mensen zich niet afstandelijk voelen van de soft robotic. Ze moeten soms zelfs aan iets persoonlijks denken (huisdier of kindje). De twee andere associaties waren fictief/levenloos (furby/Tribbles).

Tabel 2: frequentie associaties

Wat voor associatie	Hoe vaak
Huisdier	3
Zeeanemoon	3
Kwal	2
Star trek Tribbles	1
Kindje	1
Furby	1

Kleur een stip op het figuur waar je Alex het liefst met je zou willen meedragen. Zie Figuur 3. Deze vraag is relevant omdat hier mogelijk uit te halen valt tot hoever de testpersonen de robot vertrouwen en wat voor mogelijke associaties ermee gelegd worden. De testpersonen gaven aan dat ze de robot het liefst zouden willen dragen in de handen. Of met een band om de schouder of heup omdat dit praktisch zou zijn. Een interessante bevinding is dat een testpersoon de robot associeerde met een kind en de robot (net als een andere deelnemer) met de handen bij de nek wilde meedragen. Voor twee mensen voelde de robot bal vertrouwd genoeg aan om hem op een persoonlijke en intieme plaats te houden (nek en wangen). Dit suggereert dat er een diepere emotionele relatie of interacties plaats kunnen vinden met een soft robotic. Verder hierop werd de robot tot driemaal geassocieerd met een huisdier, wat ook tekens van emotionele connectie suggereert.

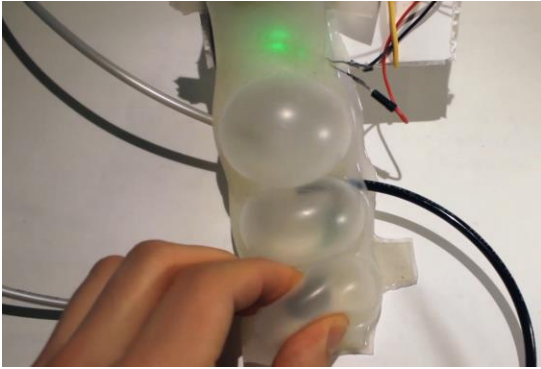
De hartslagen zijn opgenomen tijdens de opdrachten (zie figuur 4). Groen is de controle test, waarbij de testpersoon ongeveer 1 minuut niks hoefde te doen. Rood geeft de hartslag aan tijdens het interacteren met de robot. De hartslagen gelijkgesteld vanaf het begin van de test. Hierdoor heb je een beeld van de tijdsverloop van de harslagen en zijn deze te vergelijken. Hieruit valt te af te lezen dat er 2 testpersonen zijn met een hogere hartslag na de interactie en 2 testpersonen met een lagere na de interactie. De hartslag grafieken zijn gelijkgesteld op begintijd en op de beginhartslag. Hiermee is het verloop van de hartslag beter te vergelijken. Wat hier gevaarlijk aan is, is dat hartslagen mogelijk niet lineair dalen. Maar met die mogelijke inconsistentie te accepteren, valt af te leiden dat er 2 testpersonen een hogere hartslag hebben na interactie met de robotbal (+20 en +5 slagen). 1 testpersoon een lagere (-5) en 1 testpersoon een gelijke hartslag (+-0). Wat dit precies zegt is niet duidelijk. Volgens de hypothese zou de hartslag omlaag gaan maar dit is niet consequent gemeten.



Figuur 4 Grafieken hartslag gecompenseerd voor tijd en begin hartslag

Achteraf werd er nog gezegd tegen de testpersonen dat ze alles mochten doen wat ze wilde met de speelgoed bal. Dit is samengevoegd met de andere video's van de interacties en hier kwamen nog een aantal interessante datapunten uit. Een aantal deelnemers hadden verwachtingen van de robotbal. Ze vroegen zich af of hij nog meer kon. Na een keer gezien te hebben dat de bal oppompte begonnen de gebruikers te anticiperen hierop. Dit was merkbaar doordat het niveau van interactie hoger lag wanneer de bal opgeblazen was. Wanneer de robotbal leeg liep werd de bal als minder prettig gezien.

Aan de draadjes werden drie keer getrokken door deelnemers en één keer nadrukkelijk voor het geluid dat het maakte. Het geluid kan een belangrijke rol spelen in de communicatie en interactie met de robot [8]. Één deelnemer had vooral negatieve associaties met de bal en bleef liever op afstand of behandelde de bal met weinig empathie (er op slaan of hard in knijpen). Een andere deelnemer kneep de lucht er uit en rekte de bal vervolgens ver uit. Dit geeft aan dat de emotionele verbinding mogelijk niet heel diep ligt (bij deze twee deelnemers in ieder geval). Daarnaast roept de robot bij iedereen iets heel anders op.



Figuur 5: experiment silicone

Video experiment: [9]

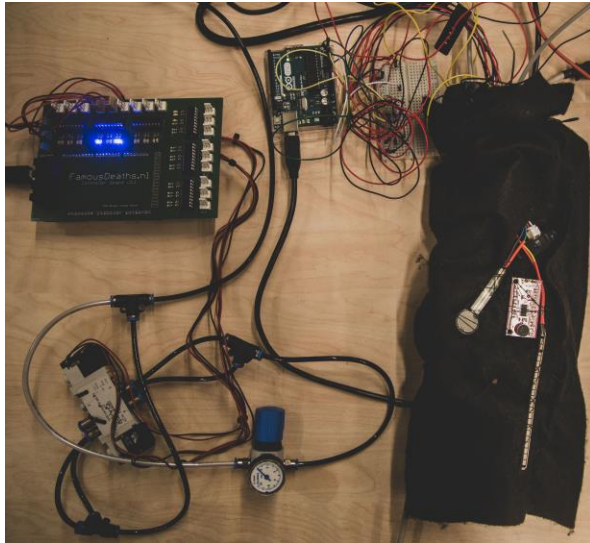
Verdere deskresearch bevindingen

Piramide van Maslow. Tijdens het onderzoek naar de connectie tussen de mens en robot werd al snel duidelijk dat er meer informatie nodig was over de robot zelf. Met deze vraag is er onderzoek gedaan naar robots en artificieel leven. Hier kwam een deelvraag bij: wat wilt een robot? Deze vraag is aangepakt door een prototype te maken gebaseerd op Maslow's piramide. Deze piramide is herbouwd voor artificieel leven/robots. Hierbij is bij laag 2 een fysiek prototype gemaakt, bij de rest voorbeelden opgezocht om een beeld te kunnen schetsen. Er wordt een voorstel gedaan hoe de Piramide van Maslow eruit kan zien voor autonome robots. In bijlage 1 staat het prototype van de nieuwe piramide voor artificieel leven/robots.

Voor A.R.C. is er geëxperimenteerd met een silicone soft robotic (figuur 5) met een aantal luchtcompartimenten die apart opgeblazen konden worden. Dit experiment werkte met 4 arduino sensoren, luchtsluizen en perslucht. Hiermee kon al simpel gedrag vertoond worden. Druksensor: je kan op de soft robotic drukken om hem te laten opblazen. Ook blaast hij meer op als je er in knijpt. De robot reageert op aanraking. Lichtsensor: blaast op wanneer er meer licht op valt dan het ingestelde limiet. De robot zou misschien baat hebben bij zonlicht, of juist tegen over gesteld. Afstand Sensor: als je te dichtbij de robot komt blaast het op, het lijkt zich te willen verdedigen. Geluidsensor: je kan tegen de sensor blazen om de robot te laten opblazen of door een ander hard geluid. De robot zou hierdoor angst kunnen tonen. Door dit experiment is veel geleerd over soft robots en het aansturen hiervan. Al voldeed het dit experiment niet om het uit te testen met proefpersonen. Er moest een groter en uitgebreider prototype bedacht worden.

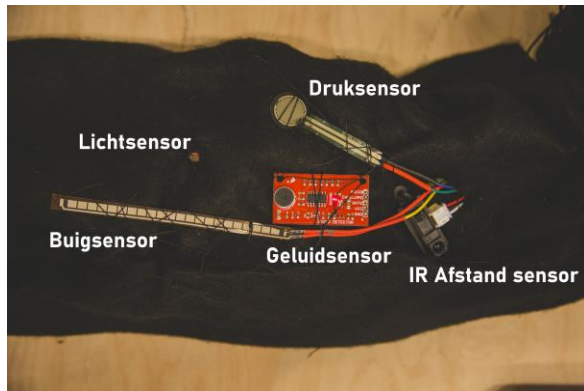
Een deel van de inspiratie voor A.R.C. kwam vanuit een CMD afstudeer project met de naam Tuši [10]. Dit is een robot die doormiddel van non-verbale communicatie zijn emoties toont aan de mens. Er is een wisselwerking van gevoel tussen Tuši en de gebruiker.

In het onderzoek "On the role of emotion in biological and robotic autonomy" [11] stond relevante informatie over autonome robot. De robots die nu bestaan zijn nog niet zo ver om een autonoom genoemd te worden omdat ze gemaakt zijn van mechanische onderdelen. Waar levende wezens hun autonomie krijgen van de interactie met de omgeving met hun biologische lichaam. Daarnaast hebben robots geen "life tasks" of intrinsieke levensdoelen. Al is het nog niet duidelijk of je deze autonomie nodig hebt om bijvoorbeeld bewust te worden. Robots hoeven dus mogelijk niet zo uitgebreid te zijn als de mens om bewust te kunnen zijn. Daarnaast zijn er een aantal voordelen aan een autonome machine. Als een machine verbonden is met de omgeving geeft dit mogelijkheden om zichzelf te willen monitoren, repareren en aanpassen.



Figuur 6: overzicht A.R.C.

Video A.R.C. [12]



Figuur 7: Sensoren A.R.C.

Een voorbeeld van artificieel leven is de Animat (animal + material) [4]. Dit zijn fysieke of virtuele machines die gemaakt zijn om net als dieren te werken. Ze 'leren' om zichzelf in stand te houden door bijvoorbeeld voedsel te vinden. De Psikharpax [4] heeft heel veel sensoren waarmee het de wereld waarneemt. Bijvoorbeeld door object recognition en het kan met snorharen een textuur waarnemen. De robot lukt het om te overleven door het lichaam in stand te houden (virtueel voedsel, stroom etc). De robot gaat uit zichzelf opzoek naar bijvoorbeeld voedsel wanneer er aangegeven wordt dat de voedingswaardes te laag zijn.

Prototype A.R.C. (Artificial Robotic Companion) (Figuur 6,7)

A.R.C. is een prototype dat gericht is op de interactie tussen de mens en robotica. A.R.C. heeft meerdere sensoren die het verbindt met de buitenwereld. De robot heeft een zacht lichaam dat kan opblazen. De mens moet doormiddel van ontdekkende interactie erachter komen wanneer de robot zich veilig of bang voelt. De robot zit in een stoffen omhulsel. Wanneer de robot zich comfortabel of veilig voelt blaast deze zo ver op dat het binnenste deel naar buiten beweegt. Dit moet aangeven dat de robot zich comfortabel en veilig voelt. Door het opblazen laat de robot zichzelf kwetsbaar worden door het innerlijke deel te laten zien. Wanneer de robot bang is zal het beginnen te schudden om angst te simuleren. De emoties die hier gesimuleerd worden zijn mogelijk te herkennen voor de mens. De hypothese is dat vanuit het herkennen van emoties een verdiepende connectie ontstaat.

Gedrag: Als het licht niet fel is en de afstand 0 is (door de robot vast te houden met twee handen), begint A.R.C. ademend op te blazen. Dit om te laten zien dat het zich op het gemak voelt. Geluid sensor: je kan tegen de sensor blazen of roepen. Wanneer dit gebeurt pomp A.R.C. ook op.

Druksensor: als je hard op A.R.C. drukt begint het te schudden, om aan te geven dat het pijn heeft en zich onveilig voelt. De lichtsensor en IR afstand sensor werken samen. Als er te veel licht waargenomen wordt en de gebruiker te dichtbij is, begint de robot snel en lang te schudden, om angst te simuleren. Dit schudden gebeurt met een piston die heen en weer beweegt. Deze piston zit met een draad vast aan de andere kant van het lichaam waar het aan trekt, zo kan het heen en weer schudden.

Het oppompen gebeurt doormiddel van perslucht of een luchtcompressor. De lucht wordt geregeld door een sluisstelsel dat aangestuurd wordt, via een Arduino op een speciale printplaat, door MAX MSP. Verder worden alle Arduino sensoren ook afgelezen in MAX MSP. Deze waardes worden gebruikt om de sluisen aan te sturen. In MAX MSP kon er doormiddel van MTR verschillende patronen in gedrag voorgeprogrammeerd worden. Een screenshot van de volledige MAX patch is te vinden bij bijlagen 2.

Tabel 3: frequentie associaties

Wat?	Hoe vaak?
Een soort beestje/diertje	2
Alsof je hem martelt of pijn doet/kwaad	1
Levend wezen (tekenen van leven)	4
Egel (stekels)	1
Rups in cocon	1
Muis	1
Kat (door het spinnen en ademen)	1
Verdedigend	2

Kan je met simpele middelen (sensoren, arduino, speelgoed, solenoid valves etc) een prototype maken dat artificieel leven simuleert, waar mensen tekens van leven in kunnen herkennen?

A.R.C. werd door elke gebruiker geassocieerd met een leven wezen (4x). Twee keer met een beestje of diertje. Verder een egel, rups in een cocon en een kat. (Tabel 3). De manier van waarnemen van de robot werd twee keer vergeleken met zintuigelijke impulsen van een mens of dier (tabel 4). Dit is verassend omdat dit iets kan zeggen over hoe natuurlijk de robot overkwam.

Wat verder interessant is, is dat de sensoren apart een vrij simpele rol hebben. Bij veel geluid, opblazen. Bij te veel druk, schudden. Dit zijn voorgeprogrammeerde waardes die bij een specifiek punt een specifieke reactie vertonen. Maar alle sensoren bij elkaar, in combinatie met variabele waardes van sensoren lijken toch een verassend levensachtig effect te tonen. De mens koppelt dit gedrag aan gedrag dat ze kennen en kunnen hier zelfs emoties aan verbinden. Er is sprake van antropomorfisme [7] en zoomorfisme [13]. Er worden menselijke en dierlijke emoties, gevoelens en gedrag toegekend aan een levenloos voorwerp. Voorbeelden hiervan zijn dat de robot blij of bang lijkt (tabel 5), het zichzelf probeert te verdedigen of dat het lijkt op een kat, egel, rups, muis (tabel 3). Het gebeurt bijvoorbeeld al dat mensen medelijden hebben met levenloze objecten. Neem bijvoorbeeld het geval van Pleo [14]. Er werd een experiment uitgevoerd waar de hersenen van deelnemers gemeten werden met een fMRI machine. Bij het experiment werden video's laten zien van een robot en vrouw die met geweld behandeld werden. De deelnemers hun hersenen reageerde op een verassend gelijke manier. De onderzoeker zei "Even though we assumed that the robot stimuli would trigger emotional processing, we expected these processes to be considerably weaker than for human stimuli" [14]. Hieruit valt af te leiden dat mensen echt medelijden kunnen hebben voor robots. Ze projecteren bekende gevoelens op de robot, ook al weten ze dat het niet echt is. Er is een onderzoek dat hier dieper op ingaat met de vraag 'waarom zou je om robots geven?' [15]. Een antwoord is omdat het gedrag reflecteert wat voor moraliteit je hebt als persoon. Het is uit zichzelf geen misdaad om robots te mishandelen maar het laat zien dat er iets mis is met je moraliteit.

Soms was er gedrag dat niet voorspelbaar was, bijvoorbeeld door de inaccurate sensors. Hierdoor was er dus ongepland gedrag. Dit gedrag viel voor de gebruiker niet op als apart. Hier viel op dat de testpersonen het alsnog als bedoelt gedrag zagen. Het voordeel hieraan is dat het mensen niet uit de ervaring haalde. Het nadeel is dat dit kan leiden tot onbedoeld gedrag, al leek het in de test niet storend.

Tabel 4: Vraag: Waar reageerde de robot op naar jouw idee, welk gedag/interactie?

Wat	Hoe vaak
Impulsen zintuigelijk	2
Afstand	4
Geluid	3
Licht	1
Aanraking	2
Druk	1
Combinatie	2

Tabel 5: Vraag: Wat voor emoties toonde de robot, doormiddel van gedrag?

Wat	Hoe vaak
Bang/angstig	4
Blij (opblazen)	1

Kan je met een soft robotic doormiddel van fysieke non-verbale communicatie emoties herkenbaar maken?

De gebruikers hebben elk maar enkele minuten geïnteracteed met de robot. Toch vonden alle vier de testpersonen dat ze invloed hadden op de emoties en gedrag van A.R.C. door de manier van interacteren. Er waren mensen die een gevoel kregen van een wisselwerking van interactie met A.R.C. De gebruiker kon dus het gedrag van de robot beïnvloeden, maar de robot kon ook het gedag van de gebruiker beïnvloeden. Een voorbeeld van de gebruiker die beïnvloed werd was bij een (subtiele) schrikreactie toen de robot voor het eerst opblies (tabel 6), [16].

Er werd in totaal bij elke testpersoon gedacht dat een manier van aanraken bepaald gedrag zou veroorzaken (opblazen, schudden).

De interactie met het fysieke lichaam werd één keer als prettig omschreven en twee keer als vreemd, onbekend of onprettig. Dit kan te maken hebben met de vormgeving aangezien dat de stekels deden denken aan die van een dier (tabel 3). De verwachting was dat het gevoel van de robot vaker als prettig omschreven zou worden.

Door te kiezen voor non-verbaal gedrag kon de robot de emotie angst/bang in elk geval duidelijk maken (tabel 5). In de context van de 2e laag van Maslow's piramide; gevoel van veiligheid (wat voor de gebruikers onbekend was dat het hier over ging) was dit de belangrijkste emotie. Het voordeel tegenover spraak/tekst is dat de gebruiker er meer aan heeft om er op deze manier achter te komen. Je kon namelijk een wisselwerking zien tussen gebruiker en robot waar de mens bijvoorbeeld schrok van het gedrag [16]. Hiermee is de gebruiker een diepere interactie aan gegaan dan communicatie door tekst of spraak.

Tabel 6: Wat voor emoties/gevoel ervaarde je zelf?

Wat	Hoe vaak
Nieuwsgierig/onderzoekend	4
Vrolijk/blij/leuk	4
Schrik	2
Uitgedaagd	1
Voorzichtig	1
Zorgzaam	1
Speels	1
Verwarring	1
Verast	1
Geconcentreerd.	1

Kan dit prototype de 2e laag van de aangepaste robot versie van de Maslow piramide duidelijk maken en uittesten?

De gebruikers herkende allemaal dat A.R.C. in ieder geval 1 emotie toonde; angst en of blij voelden (tabel 5). Er werd zelfs opgemerkt dat A.R.C. zich leek te verdedigen door op te blazen (tabel 3). Ook had een gebruiker het gevoel dat diegene de robot martelde of pijn deed (tabel 3). Dit kwam door het schokken. Dit heeft betrekking tot de 2e laag van de piramide van Maslow, waar het prototype op gebaseerd is. De 2e laag gaat over een gevoel van veiligheid en zekerheid. A.R.C. laat zien wanneer het zich onveilig/onzeker voelt door te schudden. Hiermee is A.R.C. een voorstel van hoe veiligheid en zekerheid er voor robots uit kan zien.

Kunnen mensen emotionele connecties vormen met de robot?

Twee testpersonen hadden na de test het gevoel dat ze A.R.C. tot een bepaalde hoeveelheid leken te kennen na de test. Alle vier de testpersonen gaven aan dat ze A.R.C. verder zouden willen ontdekken door het naar huis te nemen. Bijvoorbeeld als toevoeging op een bureau of als speelgoed. Al werd er wel aangegeven dat het prototype een betere afwerking zou moeten hebben.

Ook al was de test maar een paar minuten konden alle vier de testpersonen combinaties in gedrag vinden. Dit kan iets zeggen over hoe intuïtief de interactie is. De combinaties waren soms moeilijk te vinden maar toch lukte het door trial and error. De gebruiker kreeg namelijk real time feedback in de vorm van gedrag van de robot.

Elke gebruiker zag in ieder geval een emotie in de robot (blij/bang angstig) (tabel 5). Dit gebeurde bij het schokken en het opblazen van de robot. Hier valt uit af te leiden dat de manier van bewegen mogelijk herkenbaar is voor de mens. Hier wordt een van de voordelen van soft robotics bevestigd [6]. Namelijk dat de robot op een meer natuurlijke manier beweegt door het zachte lichaam. Een harde robot kan niet opblazen en niet op dezelfde manier schokken als een soft robot. Zelf ervaarde ze allemaal vrolijkheid tijdens de interactie en waren ook allemaal nieuwsgierig (tabel 6).

Elke gebruiker kon emoties terugzien in A.R.C. en paste hier het gedrag in de interactie op aan. De gebruikers hadden namelijk niet alleen het gevoel dat ze invloed hadden op emoties en gedrag van A.R.C., de robot had ook invloed op hun. Hierdoor zijn er tekenen van emotionele gewaarwording [17]. Verder ervaarde de testpersonen het volgende: uitgedaagd, voorzichtig, zorgzaam, speels, schrik, verast, verwarring, geconcentreerd (tabel 6).

Conclusie

Prototype ALEX: het lijkt dat mensen een simpele emotionele connectie kunnen vormen met het prototype doordat het opblaast en reageert op de gebruiker. Over het algemeen waren de reacties van de testpersonen zeer positief en werden ze bij 9 van de 11 associaties vergeleken met een levend wezen (tabel 2). Dit suggereert dat de robot voldoende interactief was om een tijdelijke emotionele connectie te vormen. Daarnaast waren er bij 3 van de 4 deelnemers tekenen van empathie tegenover de speelgoedbal/robot. Hoewel een aantal associaties en interacties overeenkwamen lag dit vaak ook verder uit elkaar. Dit geeft aan dat niet iedereen een positieve associatie had, dit zal kan van invloed zijn op hoe de speelgoed robot gezien wordt en wat voor gevoel van verbondenheid er gevormd wordt.

Prototype A.R.C.: Elke gebruiker zag in ieder geval een emotie in de robot (blij en of bang/angstig). Zelf ervaarde ze allemaal vrolijkheid tijdens de interactie en waren ook allemaal nieuwsgierig (tabel 6). Doordat elke gebruiker emoties kon terugzien in A.R.C. en hier het gedrag in de interactie op aanpaste is er tekenen van emotionele gewaarwording [17]. Ook was er een wisselwerking van gedrag, de robot reageerde op de mens en de mens op het gedrag van de robot.

EINDCONCLUSIE

Wat kan een sensorische autonome soft robotic bijdragen aan het verdiepen van communicatie en emotionele connectie tussen mens en machine?

Een simulatie van een sensorische autonome soft robot werkt al goed genoeg om bij mensen gevoel op te roepen en tekenen van empathie te tonen. De robots leven niet en hebben in theorie geen gevoel en emotie. Maar door de robots sensoren te geven waarmee ze verbonden kunnen zijn met de wereld, kunnen ze gedrag tonen dat herkenbaar is voor de mens. Aan dit gedrag kan de mens emotionele waarde koppelen. Deze connectie, doormiddel van sensoren, wijst naar het belang van autonomie. De simulatie van de autonomie van de robots zorgde er namelijk voor dat het gedrag en de emoties van de robot mogelijk meer waarde hadden, of tenminste meer herkenbaar en gevoelsmatig waren voor de mens. Het overbrengen van deze gevoelens of emoties moet via een fysieke interactie gebeuren om voor de mens herkenbaar en intuïtief genoeg te zijn. Alleen dan is de emotionele verbinding het sterkst. Wat hier aan bijdraagt is dat er soft robots gebruikt zijn, omdat de robots zo op een meer natuurlijke en vertrouwelijke manier bewegen en aanvoelen [6]. Dit samen motiveert de fysieke interactie. In beide experimenten leken de testpersonen een simpele emotionele connectie kunnen vormen met de robot. Bijna alle testpersonen ervaarde het als een positieve ervaring. Verder werden de prototypes meerdere malen vergeleken met een levend wezen. Deze connectie, doormiddel van sensoren, wijst naar het belang van autonomie. De simulatie van de autonomie van de robots zorgde er namelijk voor dat het gedrag en de emoties van de robot mogelijk meer waarde hadden, of tenminste meer herkenbaar en gevoelsmatig waren voor de mens.

Discussie

Prototype ALEX: een aantal factoren zouden invloed kunnen hebben gehad op de resultaten. Het prototype werkte niet consequent stabiel (oppompen gebaseerd op hartslag). De hartslagen zijn niet precies genoeg vastgelegd. Twee keer is de test op papier afgelegd en twee keer via de computer. Wat de invloeden hiervan zijn is niet duidelijk. Om meer inzicht te krijgen is het prototype A.R.C. gemaakt.

Prototype A.R.C.: Bij dit prototype was er een nieuwe reeks problemen. De vragen die gesteld werden tijdens de interviews waren niet altijd consequent. Een voorbeeld hiervan is dat er niet elke keer gevraagd werd naar hoe de robot aanvoelde. Dit geeft een gelimiteerd beeld van het gevoel dat de testpersonen ervaarde. Mogelijk waren er meer testpersonen die een prettig of onprettig gevoel hadden tijdens de interactie.

Door twee van de testpersonen werd gesuggereerd dat de sensoren van A.R.C. beter vormgegeven zouden moeten worden. Hiermee wordt bedoeld dat de sensoren in een meer instinctieve vorm zouden zijn. Bijvoorbeeld de afstand en licht sensor vormgeven als ogen, geluidsensor als oren en druksensor als lichaam. Dit zou er voor zorgen dat de sensoren op het prototype niet benoemd hoefde te worden, voorafgaand aan het onderzoek. Dit zou mogelijk duidelijkere en minder beïnvloede resultaten geven.

De belangrijkste onzekerheid tijdens het onderzoek is de vraag: hoe diep waren de emotionele connecties? De testpersonen gaven aan dat ze emoties herkende in de prototypes maar tot welk niveau? Hier zou verder onderzoek naar gedaan moeten worden om hier met meer duidelijkheid iets over te kunnen zeggen.

Er is tijdens het onderzoek geen vergelijking gemaakt met traditionele robots. Alleen de soft robots zijn uitgetest. Hierdoor is het mogelijk onduidelijk of de communicatie of verbinding wel beter is dan bij traditionele robots. Hiervoor zouden de resultaten vergeleken moeten worden met een soortgelijk experiment. Een experiment waar de robot niet van zacht materiaal gemaakt is en minder of geen autonoom gedrag vertoont. Als de interactie met zo een robot van minder waarde is m.b.t. de communicatie kan met meer zekerheid geconstateerd worden wat de voordelen zijn van een sensorische autonome soft robotic.

Het gedrag van de robot was gelimiteerd tot 4 verschillende bewegingen. Emoties zouden mogelijk beter herkenbaar zijn als de robot een meer uitgebreid gedrag zou vertonen.

Er was maar een gelimiteerde mogelijkheid om het prototype uit te testen. Er zijn namelijk 4 testen met interviews geweest en 1 usability test. De gelimiteerde grote van de testgroep geeft mogelijk niet genoeg informatie over de gestelde vragen. Om hier meer duidelijkheid in te krijgen zouden er meer testen gedaan moeten worden. Er moet nog verder onderzoek gedaan worden naar hoe de piramide van Maslow er uit zal zien en wat voor belang dit heeft voor autonome robots. Er is namelijk een prototype gemaakt voor maar één van de lagen (veiligheid). Om een meer compleet beeld te krijgen zouden er voor elke laag een prototype gemaakt moeten worden dat uitgetest wordt. Verder is er in het verslag niet veel gericht op de meer praktische toepassingen van autonoom leven en soft robotics. Hier moet verder onderzoek naar gedaan worden.

Bronvermelding

- [1] „Soft Robotics,” Wikipedia, 29 August 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Soft_robotics.
- [2] L. Nummenmaa, E. Glerean, R. Hari en J. K. Hietanen, „Bodily maps of emotions,” November 27, 2013.
- [3] K. Man en A. Damasio, „Homeostasis and soft robotics in the design,” Springer Nature, 2019.
- [4] „Animat,” Wikipedia, [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Animat>.
- [5] „Hugs heartfelt in more ways than one,” Harvard Health Publishing, 2014.
- [6] T. Arnold en M. Scheutz , „The Tactile Ethics of Soft Robotics: Designing Wisely for Human-Robot Interaction,” Human-Robot Interaction Laboratory, Medford, Massachusetts, May 2017.
- [7] „Antropomorfisme,” Wikipedia, 2020.
- [8] M. B. Christiansen, „Augmenting Soft Robotics with Sound,” HRI '20 Companion),, Cambridge,, 2020.
- [9] „pneumatics + sensors test,” [Online]. Available: <https://bit.ly/3bVDrce>
- [10] M. De Reijer, „Tuși,” 2014. [Online]. Available: <http://www.markdereijer.nl/tusi/>.
- [11] T. Ziemke, „On the role of emotion in biological and robotic autonomy,” School of Humanities & Informatics, University of Skövde, Sweden, 2007.

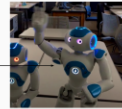
- [12] „Video A.R.C.,” [Online]. Available: <https://bit.ly/35Od4Bk>
- [13] „Zoomorfisme - Zoomorphism,” Wikipedia.
- [14] C. Q. Choi , „Brain Scans Show Humans Feel for Robots,” IEEE Spectrum , 2013 . [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org/robotics/artificial-intelligence/brain-scans-show-humans-feel-for-robots>.
- [15] M. Coeckelbergh, „Why Care About Robots? Empathy, Moral Standing, and the Language of Suffering,” University of Vienna and De Montfort University (UK).
- [16] „Test A.R.C. (schrikreactie),” [Online]. Available: <https://bit.ly/35PRL2m>
- [17] Y. Derks en M. Voskamp, „"U voelt er niks van!" - Alexithymie in de behandelkamer: Aandacht voor de mate van emotionele gewaarwording van de cliënt,” [Online]. Available: <https://www.vgct.nl/themas/vjw/2017/workshop-q>.

Bijlagen 1: aangepaste piramide van Maslow



5: behoefte aan zelfverwerlijking of zelfactualisatie. Wat als een robot zichzelf echt zou willen ontdekken?
Dit is lastig voor te stellen omdat robots over het algemeen taken voltooien voor de mens.
Zou een robot bijvoorbeeld kunst willen maken? Een voorbeeld hiervan is het werk van Refik Anadol. Deze kunstenaar gebruikt een AI om data te verwerken en om te zetten in kunst. De kunst wordt alsnog doormiddel van algoritme gemaakt door de mens. **Wat voor kunst zou een robot kunnen maken die dit uit zichzelf wilt?**

4: behoefte aan eigenwaarde
Om eigenwaarde te hebben moet iets zelfbewust zijn. **Hoe ziet een zelfbewuste robot eruit?** Er is een experiment gedaan in die richting. In het experiment waren er drie robots. Twee van de robots waren op stil gezet. De robots zelf wisten niet welke op stil gezet was. Elke robot probeerde te praten. De eerste twee zeiden niks omdat ze op stil stonden. De 3e robot zei "I don't know", daarna hoorde de robot zichzelf praten en verbeterde het zichzelf. "Sorry, I know now! I was able to proof that I was not giving the dumbing pill"



Een ander voorbeeld van zelfbewustzijn in een robot is dit experiment. Robots die door ML zichzelf in de toekomst kunnen voorstellen. Hiermee bijvoorbeeld kunnen ze zelf leren een robot arm te besturen. Zonder voorgiprogrammeerd zijn dit te doen kunnen ze nu nieuwe acties voltooien.



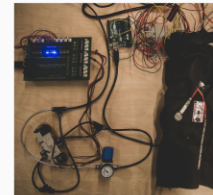
3: sociale behoeften. Wat voor sociale behoeften zou een robot kunnen hebben? Misschien dat de robot behoefte heeft aan contact met de mens. Een project wat hier op lijkt is Hugvy. Hugvie is een robot in de vorm van een mens die een hartslag heeft. Je kan zelfs je telefoon er aan aansluiten en dan synchroniseren de trillingen van de stem van degene met wie je belt met de robot. Je kan dus als het waren iemands stem voelen.



De robot wordt hier als middel gebruikt om te communiceren met iemand anders maar wat als de robot zelf bijvoorbeeld een knuffel wilt.

2: behoefte aan gevoel van veiligheid.
Technologie kan vaak enorm kwetsbaar zijn. Denk aan je laptop die niet kan tegen onder andere: water, laten vallen, krassen, virussen, temperatuur, stof etc. **Wat als een robot een gevoel van veiligheid nodig heeft?**

Deze laag van de piramide van Maslow is uitgewerkt in een prototype wat later toegelicht wordt. Zie A.R.C.

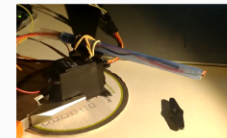
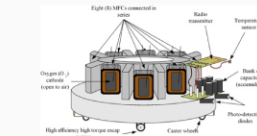


1: Lichamelijke behoefte en homeostase.
Robots werken op energie. Traditioneel komt dit uit opgeladen accu's of een stroomkabel. **Wat als de robot zelf energie moet opwekken doormiddel van bijvoorbeeld zonne-energie, bacteriën of algen?**

Hier zijn al meerdere ideeën voor bedacht. De Ecobot 2 is een robot die werkt op het verteren van vliegen. De vliegen belanden in het reservoir met bacteriën. Deze bacteriën zetten de suikers uit de vlieg op in energie. De robot gebruikt de energie om rond te kunnen rijden.

De robot is hiermee energie zelfvoorzienend en dus autonoom.

Robots, zoals Ecobot 2, die werken op het verteren van eten worden Gastrobots genoemd.



Een klein prototype dat zich naar het licht kan draaien m.d.v. een lichtsensor. Als hier een zonnecel en wielen aan bevestigd zou worden, dan zou de robot zelf naar licht kunnen rijden en zo zelf zorgen voor de energievoorziening.

Bijlagen 2: MAX patch A.R.C.

