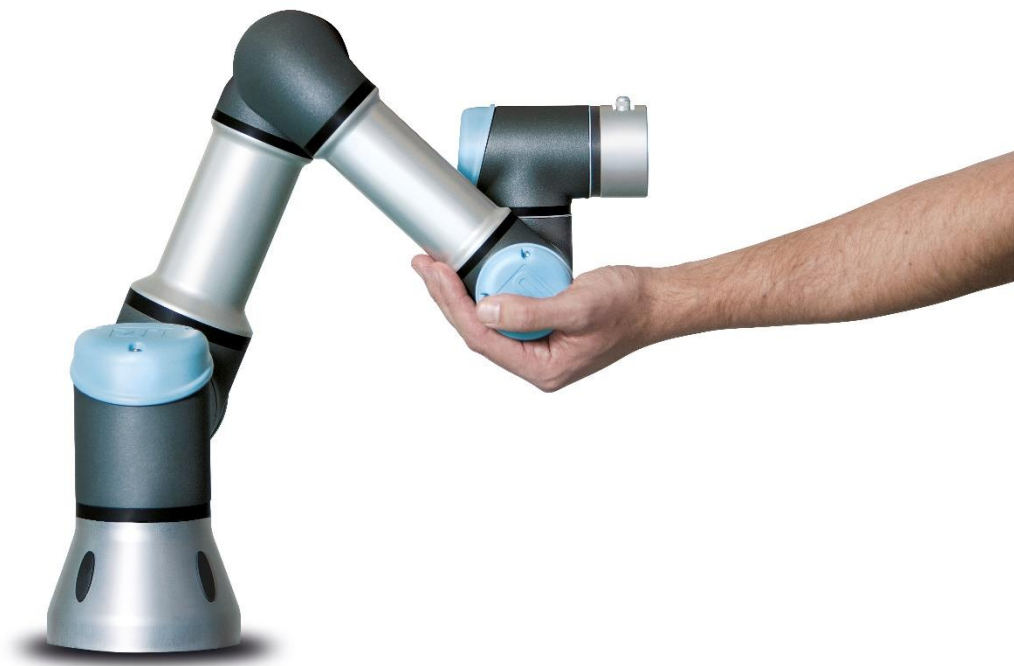




Emotoriek: Emotionele reacties op cobots



Door: Maikel van Zandbeek

In opdracht van: Fontys Lectoraat Mens en Technologie

Studentnummer: 2160250

Emotoriek

Welke factoren van een cobot hebben invloed op de beleefde veiligheid?

Maikel van Zandbeek

In opdracht van: Fontys Lectoraat Mens & Technologie te Eindhoven

Berghem, 5 juni 2017

Studentnummer: 2160250

Fontys Hogeschool HRM en Psychologie

Toegepaste Psychologie

Studentnummer: 2160250

Begeleider: Marijke Bergman

Afstudeerdocent: Bjorn Smeets

Assessor: Patric Hintermann

Voorwoord

Voor u ligt een scriptie die geschreven is door Maikel van Zandbeek in opdracht van Fontys Lectoraat Mens & Technologie. In deze scriptie kunt u mijn onderzoek terugvinden die betrekking heeft op hoe mensen een robot ervaren. Mijn eerste gedachten bij het horen van deze opdracht was dat het ging over sociale robots en dit bleek achteraf gelukkig niet waar te zijn. Er was niks leukers dan gebruik te mogen maken van de robot die voor dit onderzoek was toegewezen. Ik heb niet alleen nieuwe kennis opgedaan op het gebied van psychologie, maar ook engineering dankzij de mensen van Fontys Hogescholen Engineering.

Onder begeleiding van Bjorn Smeets en Marijke Bergman is dit onderzoek tot stand gekomen. Graag wil ik ze bedanken voor alle tijd en moeite die zij mij hebben gegeven zodat ik dit onderzoek kon uitvoeren.

Mijn scriptie is jammer genoeg met slag en stoot, door persoonlijke omstandigheden, tot stand gekomen. Maar dat maakt de reis niet minder belangrijk dan het doel.

Graag wil ik eerst een algemene bedank richten aan alle mensen die mij zowel direct als indirect hebben geholpen aan mijn onderzoek en de weg ernaartoe.

De volgende mensen wil ik bedanken voor het aanbieden van een kans die andere mij niet gaven: Peter van der Weerden, Ine van de Rijt, Theo Otten, Felix Olsson, Kim Trybjer

Specifiek wil ik de volgende mensen bedanken voor het zijn van een klankbord om mij op het juiste spoor te houden: Ad van Zandbeek, Jean van Zandbeek-Vos, Danny Horsten, Cathal Mol, Markus Schmidt, André Lippert en Alexander Andersen.

Graag zou ik de volgende mensen willen bedanken voor het zijn van een luisterend oor in de tijden dat het nodig was: Niklas Houmøller Jessen, Darren Crean, Charalampos Xanthopoulos, Tomas Andersson, Chris Haanig Sørensen, Thomas Nissen, Jakob Laine en Riikka.

Als laatste wil ik twee mensen bedanken die mijn leven veranderd hebben. Zij waren degene die mij altijd scherp, kritisch en bedachtzaam hielden voor alles wat op mij afkwam. Hartelijk bedankt voor alles: William Kinlough en Tommi Näätänen.

Dank u allen voor de kracht die u in mij zag.

Samenvatting

Het robotgebruik op de werkvloer zal toenemen en de mens en robot zullen samen hun taken uitvoeren. Er is niet langer sprake van een robot, maar een cobot. Dit staat voor collaboratieve robot. Cobots zijn ontworpen om fysiek veilig te zijn, maar de mens moet zichzelf ook psychologisch veilig voelen. Het doel van dit onderzoek is om uit te zoeken welke aspecten gewijzigd moeten worden om dit gevoel te creëren. Hiervoor zal gekeken worden naar welke factoren invloed hebben op de veilige beleving van de mens met betrekking tot cobots. De aspecten die gemeten worden zijn snelheid en afstand en de factoren die gemeten worden zijn de positieve of negatieve emoties die men ervaart in het nabij zijn van een cobot. Snelheid en afstand hebben invloed op de emoties, waarbij positief sterk afneemt als de snelheid groter wordt of de afstand kleiner, maar waarbij de negatieve emoties maar licht stijgen. Men heeft een beeld van de cobot, wat bepaalt wordt door de situatie maar ook door externe persoonlijke eigenschappen. Er is met dit onderzoek een begin gemaakt om te onderzoeken waar de veilige beleving vandaan komt. De gebruikte vragenlijst kan doorontwikkeld worden voor een uitgebreider meetinstrument. Ook zullen meer aspecten, waaronder ontwerp, van de cobot meegenomen moeten worden, wat niet mogelijk was in dit onderzoek.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
1. Inleiding.....	3
2. Theoretische verantwoording.....	6
3. Methode.....	13
4. Resultaten	17
5. Discussie	20
Bibliografie	24
Bijlage 1 Nederlandse vertaling Godspeed en Lasota & Shah	27
Bijlage 2 Vragenlijst beleving robotarm.....	29
Bijlage 3 Instructies voor deelnemers.....	30
Bijlage 4 Analyseplan	31
Bijlage 5 Antwoorden op open vraag	41
Bijlage 6 Ethische verantwoording	44

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De aanleiding van dit onderzoek komt voort uit het project (G)een Moer Aan. (G)een Moer Aan is opgezet door bedrijven en hogescholen waarbij Fontys Hogescholen als penvoerder functioneert. Dit onderzoek zal uitgevoerd worden in opdracht van Fontys Hogescholen Lectoraat Mens & Technologie. Het doel van dit project is het gebruik van robots in het midden-en kleinbedrijf (mkb) te laten groeien. Verder heeft het project als doel een beter samenwerkingsverband te creëren tussen de hogescholen en het mkb om het innovatief vermogen van het mkb te vergroten.

(G)een Moer Aan heeft als ambitie het aantal robots verhogen door de samenwerking tussen mens en robot zo te maken dat het gebruik van robots te vergelijken is met het gebruik van een smartphone. De robot moet gemakkelijk te gebruiken en te her-programmeren zijn voor de taken, waaronder het aandraaien van bouten en moeren, die gedaan worden in het mkb in de maakindustrie. Met maakindustrie wordt de industrie bedoeld waarbij vaak grootschalig en machinaal materialen tot nieuwe producten worden verwerkt (Maakindustrie, 2017). In het geval van (G)een Moer Aan gaat het specifiek om de bedrijfstak die zich bezighoudt met assemblage van machines.

Er moet een goede samenwerking ontstaan waarbij de robot ondersteuning krijgt van de werknemer als er iets fout gaat en waar de werknemer de robot de repetitieve taken laat uitvoeren. De robot zal dus gebruikt worden in coöperatie met de werknemer op de werkvloer. Het gebruik van robots in het mkb in de maakindustrie staat nog in de kinderschoenen (Went, Kremer, & Knottnerus, 2015). In de periode van 2013-2015 bleek dat het gebruik van robots in het bedrijfsleven met 1,6% is toegenomen (Dekker, 2016).

Het is van belang dat duidelijk is wat er wordt verstaan onder het begrip robots en traditionele machines in een productieomgeving. Waar een traditionele machine beperkt is tot het uitvoeren van een enkele taak kan een robot meerdere (complexe) taken uitvoeren in een achtereenvolgende serie (Robot, 2016). Vaak zijn deze robots stationair, afgesloten van menselijke nabijheid en hebben een rigide takenpakket. Dit takenpakket is te wijzigen, maar vereist vaak specifieke kennis hiervoor. Door de rol van een robot te veranderen in een coöperatieve robot, ook wel een cobot genoemd, is de verwachting dat de robot, in samenwerking met de werknemer, zichzelf kan her-configureren voor de nieuwe taak die hem wordt toegewezen (den Hoed, 2016).

Een groot verschil tussen de huidige robots en de aankomende generatie cobots is dat er geen fysieke barrière meer is tussen de mens en de robot gewenst is. Dit heeft als gevolg dat de huidige ISO-norm, 10218, niet voldoet aan de voordelen die een cobot te bieden heeft in vergelijking met een normale robot (Matthias, 2015). Norm 10218 specificeert welke eisen en richtlijnen nodig zijn voor inherent veilig ontwerp, beveiligingsmaatregelen, en benodigde informatie voor industrieel robotgebruik. Verder beschrijft het enkele veel voorkomende risico's die te maken hebben met robots en geeft hiervoor eisen om deze te elimineren of te reduceren. De huidige norm gaat ervanuit dat deze barrière aanwezig is en dat de robot als een mens in de buurt komt stopt met zijn taken (Vasic & Billard, n.d.).

Er is dus al duidelijke wetgeving, regelgeving, en protocollen als het gaat om de fysieke eisen voor het gebruik van een robot. Er zijn ISO-normen opgericht die betrekking hebben tot alle vormen van robotgebruik in de industrie (Matthias, 2015). Toch kan de aanname gemaakt worden dat de psychologische gesteldheid of ervaring van de gebruiker ook onderdeel moet zijn voor de veiligheidsnormen. Een robot mag dan wel fysiek veilig te gebruiken zijn, maar als de gebruiker er geen veilig gevoel bij heeft zal dit al snel betekenen dat het niet gebruikt wordt. Er is dus geen duidelijk beleid in werking als het gaat om de psychologische eisen met betrekking tot gebruik en beleving (Bartneck, Kulić, Croft, & Zoghbi, 2009). De beleefde veiligheid staat dus in tegenstelling tot de fysieke veiligheid die een robot kan geven. De beleefde veiligheid heeft betrekking op de persoon die samenwerkt met de robot en de gevoelens die hierbij ontstaan. Met name het gevoel of men zich veilig voelt. Het is van belang om de factoren van beleefde veiligheid te definiëren. Nadat deze gedefinieerd kan er onderzocht worden hoe dit gedrag kan worden uitgelokt.

Terug te komen op het onderwerp van robotgebruik blijkt dit percentage in Nederland lager te liggen dan andere landen zoals Japan en Duitsland. Dit is enigszins te verklaren door de mate van type industrie wat zich in die landen bevindt. Waar Japan en Duitsland grootschalige auto-industrie heeft, bevindt Nederland zich in een ander segment. Nederland staat algemeen bekend om zijn grote mkb-aantallen, en voor deze type bedrijven zijn de kosten van robots nog te hoog. Een andere verklaring die wordt aangehaald is ook het type bedrijven in het mkb. Nederland is voor een groot gedeelte afhankelijk van de diensten die zij levert en daar is vaak een menselijk aspect gewenst (Dekker, 2016).

Een punt wat vaak wordt aangehaald is de behoefte voor menselijk contact in bepaalde sectoren, waaronder zorg. Er wordt veel onderzoek gedaan om de eenzaamheid van ouderen te verminderen door middel van robots. Deze geven de ouderen een extra mogelijkheid om sociale contacten te leggen of op te doen. Hier zal een robot dus minder snel gewenst zijn, terwijl er wel steeds meer gebruikt wordt gemaakt van robots in de zorg (Went et al., 2015).

Wordt er gekeken naar een andere sector zoals de schoonmaak, dan blijkt hier voornamelijk weerstand te komen omdat er nog geen duidelijk businessmodel is wat rekening houdt met robots. Deze bedrijven factureren de diensten die zij aanbieden op basis van manuren, en met robots zal dit wegvallen want er kan gerekend worden in andere, voor de schoonmaakbedrijven waarschijnlijk nadelige, maten (Dekker, 2016; Went et al., 2015).

Het doemdenken waarbij men verwacht dat robots de samenleving zullen overnemen is al enkele malen breed uitgemeten in de media. Hoewel dit scenario niet de verwachting is betekent het gebruik van robots wel dat de manier waarop men werk ziet en belast verandert. Als men het gevoel heeft dat robots het werk 'overnemen' dan creëert dit een dynamiek waarbij werk, loon, belastingen, en vrije tijd in een compleet ander daglicht worden gezet. Een daglicht waarvan de werknemer vaak een minder zonnige blik op heeft, maar wat de werkgever rooskleuriger in ziet. De werknemer ziet de robot namelijk als zijn vervanging die goedkoper en minder eisend is. De werkgever ziet de robot als de perfecte werknemer die geen vragen stelt over loon, vakantie, arbeidsomstandigheden, en secundaire arbeidsvoorwaarden.

Een manier om dit aan te pakken is niet alleen het businessmodel te veranderen, maar ook de manier hoe men robots ziet (Went et al., 2015).

In een interview met Bill Gates geeft hij aan dat we robots net zoals mensen werkbelasting moeten laten betalen om het werk wat ze verrichten. Oftewel de werkgever betaald belasting voor elke robot die hij in dienst heeft, buiten de gebruikelijke investering van aanschaf. Een robot wordt dus een volwaardige werknemer waarin de werkgever, net zoals bij de menselijke werknemer, moet blijven investeren (Delaney, 2017).

Toch zal het gebruik van robots blijven toenemen en de werknemers zullen het gebruik ervan moeten accepteren en dit zal niet altijd zonder slag of stoot gaan. In bepaalde sectoren is dit een verandering die langzaam zal gebeuren. Dit geldt onder andere weer voor de zorg, maar daar worden ook goede resultaten gebruikt. Het robotgebruik blijkt een positief effect te hebben, waaronder het aanbieden van gesprekspartner of als therapeutisch middel (Shibata & Wada, 2011). Alhoewel kan dit proces wel versoepeld worden door in te spelen op de beleving van de gebruiker met de robot.

De opdrachtgever wil graag onderzoeken welke factoren van de robot invloed hebben op de veilige beleving van de gebruiker. Met deze resultaten wil de opdrachtgever kijken welke stappen moeten worden ondernomen om zo een veilige beleving te creëren voor de werknemer tijdens het samenwerken met cobot in een industriële context. Voor dit onderzoek heeft de opdrachtgever het gebruik van een cobot goedgekeurd. De onderzoeker krijgt de mogelijkheid om deze cobot vrij te gebruiken in het onderzoek. Een andere term voor veilige beleving is beleefde veiligheid.

1.2 Adviesvraag

Wat is er nodig om een veilige beleving te creëren voor de gebruiker als deze samenwerkt met een cobot in een werkomgeving?

1.3 Onderzoeksvraag

Zoals eerder aangegeven zal hierop worden ingegaan op de veilige beleving van de gebruiker op psychologisch gebied. Er zal niet gekeken worden naar de fysieke veilige beleving dan de gebruiker in samenwerking met de cobot. De onderzoeksvraag is dan ook:

Welke factoren van een cobot hebben invloed op de psychologische beleefde veiligheid?

1.4 Deelvragen

Het is van belang om te achterhalen waaruit deze veilige beleving bestaat en welke eigenschappen hier invloed op hebben. Door omstandigheden is het alleen mogelijk geweest om snelheid en afstand van de cobot te testen. Om dit te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- *Waaruit bestaat de beleefde veiligheid?*
- *Welke invloed hebben snelheid en afstand op gevoel?*
- *Welke invloed hebben snelheid en afstand op de beleefde veiligheid?*

2. Theoretische verantwoording

In dit hoofdstuk staan de uitwerkingen van het literatuuronderzoek centraal. In deze uitwerkingen staan beschrijvingen van relevante literatuur en onderzoeken.

2.1 De aspecten van beleefde veiligheid

Om inzicht te krijgen waaruit de beleefde veiligheid bestaat zal er verder moeten gekeken worden dan alleen deze term. Een term die vaker wordt gebruikt om beleefde veiligheid te omschrijven is waargenomen veiligheid.

Om te bepalen waaruit waargenomen veiligheid bestaat zal eerst gekeken moet worden naar de losse begrippen. Waargenomen oftewel waarnemen betekent “met het oog, het oor enz. gewaarworden” of “in acht nemen; = benutten; *de gelegenheid waarnemen* (Van Dale, 2017). Een synoniem van waarnemen is observeren. Oftewel het gedeelte waargenomen gaat over de observatie die men doet met betrekking tot de situatie waarin hij zich op dat moment bevindt.

Het woord veiligheid wordt gedefinieerd als een gevoel waarbij men geen verdere middelen, tijd of energie moet besteden om een gevaar of risico te verminderen (Proske, 2008). De definitie gegeven door Oxford Dictionary (2016) is als volgt “the condition of being protected from or unlikely to cause danger, risk, or injury”; vrij vertaald “de conditie om beschermd te zijn van gevaar, risico of letsel, of onwaarschijnlijk dit te veroorzaken”. Voor dit onderzoek zal de definitie van Proske (2008) aangehouden worden. “Een persoon voelt zich veilig als hij in een situatie zit waar hij verder geen handelingen hoeft te doen om een gevaar te verminderen”.

Met betrekking tot risico zal het duidelijk moeten zijn hoe men een risico assessment uitvoert. Iemand die wordt geconfronteerd met een gevaar zal al zijn relevante zintuigen, die nodig zijn, gebruiken om de stimulus te onderzoeken. Zelfs de houding van een persoon kan veranderen zolang hij niet weet of er een risico is. In de risico assessment wordt er ook gekeken naar de verwachting, de mogelijkheden om te vechten of te vluchten, en in hoeverre het risico aanwezig is of zal blijven. Vanuit hier wordt een verder assessment gedaan welke manier van handelen de beste oplossing is en afhankelijk hiervan zal de mens reageren op de omstandigheden (Blanchard, Griebel, Pobbe, & Blanchard, 2011).

Aangezien waargenomen veiligheid afhankelijk is van de persoon betekent dit dat het een subjectieve term die is waargenomen en gestuurd kan worden door persoonlijke ervaringen (Proske, Van Gelder, & Vrijling, 2007). En als er een subjectieve effect aan veiligheid zit betekent dit dat er een mate van vertrouwen in de situatie moet zitten (Covello, Peters, Wojtecki, & Hyde, 2001). Hieruit kan worden opgemaakt dat waargenomen veiligheid waarschijnlijk bestaat uit een gedeelte verwachting over de situatie en een gedeelte vertrouwen in de situatie.

2.2 Verwachting

Hoewel verwachting, over de situatie, een onderdeel kan zijn van een risico assessment, die men doet met betrekking tot waargenomen veiligheid, komen er enkel voorwaarden bij als het gaat om het bepalen van de verwachting. Bij het uitvoeren van een risico assessment, die men doet om de

waargenomen veiligheid te definiëren, wordt er aandacht besteed aan enkele factoren. Een van deze factoren is de verwachting bepalen die men heeft over de huidige situatie.

Met betrekking tot verwachting is het voor de mens belangrijk dat het uiterlijk en/of ontwerp en gedrag van de robot overeenkomt met de verwachte takenpakket van de robot. Komen deze drie aspecten met elkaar overeen dan is de kans groot dat dit de beleving van de robot positief evenredig beïnvloedt (Goetz, Kiesler, & Powers, 2003). Als kanttekening moet gezegd worden dat het onderzoek van Goetz, Kiesler & Powers (2003) uitgevoerd is met humanoïde robots op het gebied van het uitvoeren van sociale taken. Toch kan de gedachten dat deze drie aspecten invloed hebben in overweging genomen worden.

Men vormt snelle indrukken als er weinig informatie beschikbaar is over de persoon of object waarmee ze in contact komen. Deze indrukken worden gevormd op basis van bepaalde cues, waaronder uiterlijk, materiaal, vorm, en non-verbale communicatie. Deze cues worden georganiseerd en daarna toegepast op de kennis die mensen al hebben vanuit voorgaande situaties. Maar bij een robot is het niet altijd even duidelijk dat de indruk overeenkomt met de verwachting. Om ervoor te zorgen dat men op een intuïtieve manier erachter komt waarvoor de robot is zal deze een ontwerp gegeven moeten worden die dit ondersteunt. Toch is dit niet zo makkelijk als blijkt. Want wat voor een bepaalde persoon een fijne positieve indruk geeft, kan voor de andere een angstige indruk geven over de robot. Een fijn ontwerp wat voldoet aan de verwachtingen kan afhankelijk zijn van leeftijd, cultuur en persoonlijkheid (Beer, J. M., Prakash, A., Mitzner, T. L., Rogers, 2011)

Een ander aspect wat belangrijk is voor de verwachting is het bewegingspatroon van de robot. Als er een bepaalde intentie of motief, al wordt die door de waarnemer zelf ingevuld achter het patroon zit, dan is men geneigd om menselijke eigenschappen of verwachtingen toe te kennen aan het object. Een belangrijk aspect is het punt van oorsprong invloed heeft op hoe de motieven worden toegekend en ervaren. Een ander punt van oorsprong kan de context en dus de motieven achter het patroon veranderen. Met behulp van deze aspecten kan men een veilige beleving ervaren gebaseerd op de motieven en bewegingen van een object (Heider & Simmel, 1944).

Uit verder onderzoek blijkt dat objecten die reageren op de omgeving of juist een bepaalde mate van logica vertonen in hun bewegingspatroon als bewegingen die met intentie en motivatie worden gedaan. Door in te spelen op deze aspecten zorgt ervoor dat mensen geneigd zijn om deze objecten sneller als ware aan te zien voor iets menselijks (Blythe, Todd, & Miller, 1999).

Het blijkt dat als men weet wat de intentie achter de robot is dat er een andere verwachting ontstaat. Door de andere verwachting die men heeft van de robot kan dit als gevolg hebben dat men een ander gevoel, waaronder veiliger, kan krijgen bij de robot.

2.3 Vertrouwen

Vertrouwen is een ruim begrip wat men gebruikt om onzekerheden en risico's in het dagelijkse leven een plek te geven. Doordat ze niet weten welke consequenties de acties hebben of opleveren is vertrouwen in het leven geroepen. Vertrouwen is wat bestaat tussen twee of meer personen, dieren, en objecten die interacties ondergaan om keuzes te maken die kunnen ontstaan vanuit onzekere en

risicovolle situaties (Seigneur, 2006). Een voorbeeld van conceptualisatie van vertrouwen is: de bereidheid van een persoon om zichzelf kwetsbaar op te stellen, gebaseerd op het geloof dat de intenties van een ander een positieve uitkomst voor beide partijen heeft (Rousseau, Sitkin, Burt, & Camerer, 1998).

Hoewel deze definitie niet alles betreft als het gaat om het hebben of geven van vertrouwen geeft het wel een goede basis van het vertrouwen wat verwacht wordt als men omgaat met een robot. Men kan zich in de werkcontext kwetsbaar opstellen zowel lichamelijk als geestelijke in enkele gevallen. Is dit aan de orde dan moet men het vertrouwen hebben dat de robot de persoon geen kwaad of pijn zal doen.

Als er gekeken wordt naar het onderdeel vertrouwen blijkt dat vertrouwen invloed heeft op de waargenomen veiligheid. Afhankelijk van de situatie kan het vertrouwen wat een persoon heeft sterk verschuiven naar een positieve of negatieve waarneming van veiligheid. Als men wordt verteld dat de robot inherent veilig is dan is men sneller geneigd om dit voor waar aan te nemen omdat er geen middelen zijn besteed om dit te bevestigen of ontkrachten. Andersom geldt dit effect ook, wordt men verteld dat de robot niet veilig is dan is men geneigd om minder grote risico's te nemen omdat er geen mate van vertrouwen meer is in de robot (Proske et al., 2007).

Het gedeelte van vertrouwen bij de mens is te beïnvloeden door de robot te vertellen dat hij rekening moet houden met de mens in zijn bewegingen, oftewel Human Aware Movement. Dit zorgt voor een grotere mate van vertrouwen in de robot bij de mens. Zelfs als dit niet tegen de mens wordt gezegd heeft het al een onbewust effect op de mens tijdens het uitvoeren van de handelingen van de robot (Lichtenthaler, Lorenzy, & Kirsch, 2012).

Een ander onderdeel wat vertrouwen opwekt bij mensen met betrekking tot robots is in hoeverre de robot zijn taak goed uitvoert en welk gedrag hij vertoont. Hieruit kan worden opgemaakt dat er een mogelijke connectie is tussen verwachting en gedrag, met name gericht op de taakuitvoering. Als de robot zijn taak goed uitvoert is men sneller geneigd de robot vertrouwen toe te kennen. Hierdoor zal er minder omgekeken worden naar de robot met betrekking tot zijn bewegingspatroon. Men vertrouwt erop dat alles goed zal gaan (van den Brule, Dotsch, Bijlstra, Wigboldus, & Haselager, 2014).

Het standpunt dat uiterlijk/ontwerp invloed heeft op de mate van vertrouwen als de robot in de persoonlijke ruimte komt wordt verder ondersteund door Butler en Agah (2001). Zij beschrijven namelijk dat wanneer een humanoïde robot dichtbij komt men een grotere mate van non-comfort meemaakt. Een robot die ervaren wordt als klein, compact, maar niet humanoïde blijkt meer vertrouwen op te roepen, zelfs als deze robot in de persoonlijke sfeer komt. Dit heeft overlap met de verwachting die men ervaart bij een robot, maar het zou aannemelijk geweest zijn dat een menselijkere robot meer vertrouwen op zou wekken dan een robot die een vierkant ontwerp heeft.

2.4 Overige aspecten

Er zijn enkele andere aspecten die ook onderdeel zijn van de waargenomen veiligheid. Deze zijn wat minder uitgebreid dan de twee bovengenoemde, maar hebben indirect ook invloed erop. Toch vereisen ze een apart onderdeel om dieper in te gaan op de motieven erachter.

2.4.1 Aanvaardbaarheid

Een hiervan is hoe aanvaardbaar men het vindt om een robot te gebruiken. Dit hoeft niet alleen afhankelijk te zijn van het werk wat de persoon uitvoert, maar kan ook afhankelijk zijn van leeftijd, cultuur, en persoonlijkheid.

De verwachting is hoe ouder de persoon is hoe minder hij openstaat voor het gebruik van nieuwe technologie. Dit hoeft niet altijd waar te zijn. Hoewel oudere mensen nieuwere technologie minder snel begrijpen of gebruiken betekent niet dat zij niet bereid zijn om deze technologie een kans te geven. De kans bestaat wel dat zij meer fouten maken of de technologie minder optimaal gebruiken, maar ze staan er wel voor open om het te leren en te gebruiken (O'Brien, 2010).

Verschillende culturen hebben verschillende blikken op het gebruik van robots en cultuur blijkt veel invloed te hebben op hoe aanvaardbaar men een robot vindt. Waar Japanners zich zorgen maken over de impact die robots hebben op de samenleving en een extra waardeoordeel leggen op de sociale interacties met robots in vergelijking met andere landen (Bartneck, Suzuki, Kanda, & Nomura, 2007). Dit in vergelijking met de Verenigde Staten waar men zeer open staat voor de interacties met robots. Nederland blijkt zich nog meer zorgen te maken dan Japan om dit gebied en laat een lage voorkeur zien om interactie te hebben. Als hypothese die wordt gegeven door Bartneck, et al. (2007) is dat de Japanners al veel in contact staan met robots en dus weten wat de voor- en nadelen ervan zijn. Over de Amerikanen wordt gezegd dat zij aan technologie gewend zijn en een zeer open als het gaat om interacties met nieuwe mensen. Er wordt verder geen hypothese gegeven met betrekking tot de score van de Nederlanders.

Als het gaat om persoonlijkheid blijkt het lastig te zijn om een bepaalde persoonlijkheidseigenschappen te koppelen aan het aanvaarden van robots. Hoewel er vier factoren naar voren zijn gekomen; proactief, sociale tegenzin, schroom, en nervositeit blijken deze factoren een aanzet te zijn tot verder onderzoek. Een voorzichtige conclusie is dat mensen die zichzelf als proactief zien meer ruimte tussen de robot en zichzelf laten (M. Walters et al., 2005).

Als men niet bereid is om met de robot samen te werken, oftewel te aanvaarden, dan is de kans dat de verwachting en vertrouwen over de robot laag zal blijven. Bij het ontwerpen van een robot en zijn taken zal niet alleen gekeken moet worden naar een hoge mate van prestatie, functionaliteit en bruikbaarheid, maar ook of de robot voldoet aan de aanvaardbaarheid die een gebruiker stelt. Deze aanvaardbaarheid kan komen uit verschillende hoeken waaronder de gebruiker zelf maar ook vanuit maatschappelijke context. Dit kan betekenen dat aanvaardbaarheid dus dieper gaat dan wat men zelf ziet, maar des te mate ook wordt beïnvloed door zijn omgeving (Salvini, Laschi, & Dario, 2010).

2.4.2 Persoonlijke ruimte

De mate van beleving is ook sterk afhankelijk in hoeverre de robot de persoonlijke ruimte van een persoon binnendringt. Dit verschilt per type robot en robots die er uitzien als een mechanische robot worden minder snel als een sociaal entiteit geaccepteerd waarvan men bereid is deze in de persoonlijke sfeer te laten komen. Men vindt het niet fijn als de robot de afstand in de persoonlijke ruimte bepaalt en men is dan snel geneigd om de robot op een afstand te houden waar vrienden worden plaatst. Deze afstand ligt tussen de 0.5 meter en de 1.2 meter (M. L. Walters et al., 2005).

Het blijkt dat mensen die een negatief beeld hebben over robots een grotere afstand plaatsen tussen zichzelf en de robot als dit mogelijk is. Indien de robot de deelnemer kan horen en reageren, en de deelnemer heeft een negatief beeld over de robot, dan zal deze minder snel bereid zijn om een gesprek te voeren met de robot. (Mumm & Mutlu, 2011).

2.4.3 Snelheid

Snelheid is een belangrijk onderdeel als het gaat om de beleving die een mens ervaart bij een robot. Als het gaat om een snelheid waarbij een niet stationaire robot de mens moet bijhouden of benaderen dan is een snelheid langzamer dan gemiddeld looptempo. De snelheid die men als comfortabel ziet is 25 cm/s en 38 cm/s, een snelheid die men als te snel ervaart is 101 cm/s. Er zijn geen snelheden getest tussen de 38 cm/s en 101 cm/s. Een specifieke wens van de deelnemers was de mogelijkheid om de snelheid aan te passen zodra ze gewend waren aan het patroon van de robot, na de gewenning bestaat de kans dat men zich gaat irriteren aan de langzame snelheid van de robot (Butler & Agah, 2001).

Er wordt daarom ook geopperd om de huidige ISO-norm 10218 aan te passen om deze verandering te accommoderen. Het gestelde limiet, 250mm/s, blijkt een zeer conservatieve veiligheidseis te zijn. Die blijkbaar teveel gericht is om een mogelijke ontwijking toe te staan en indien dit niet mogelijk is juist een lage snelheid en kracht te behouden zodat er toch een grote mate van veiligheid is (Haddadin, Albu-Schäffer, & Hirzinger, 2009). Er wordt verder geen suggestie gedaan wat mogelijk de nieuwe eis kan zijn, alleen dat het bepalen van de eis op basis van biomechanische analyse moet gebeuren (Haddadin et al., 2009).

2.4.4 Bewegingspatroon & taakuitvoering

Zoals eerder aangegeven schrijft men een bepaalde mate van verwachting en vertrouwen toe als de robot zijn taak goed uitvoert of logisch beweegt in de situatie. De beweging die de robot uitvoert moet ergonomisch, gepland en met een bepaalde snelheid uitgevoerd worden. Deze beweging is afhankelijk van de situatie. Zelfs een taak waarbij de robot iets oppakt en verplaatst waarbij er een hoge snelheid zonder geplande beweging wordt dan als onveilig ervaren. Het tegenovergestelde waarbij de robot te langzaam gaat en zijn beweging toch probeert te plannen. De gebruiker zal dan proberen het heft in eigen handen te nemen, waardoor de robot als ongemakkelijk en weinig vertrouwend overkomt (Dehais, Sisbot, Alami, & Causse, 2011).

2. Meten van waargenomen veiligheid

Als het gaat om het meten van succes van sociale robots in de Human Robot Interaction (HRI) blijkt dit een uitdaging te zijn in vergelijking met industriële robots. Waarbij industriële robots gemeten worden

op basis van snelheid en prestatie, is dit bij sociale robots niet mogelijk. Om hier een oplossing voor te bieden werd de Godspeed vragenlijst ontwikkeld, wat gebruikt kan worden bij andere onderzoeken als het gaat om de HRI (Bartneck et al., 2009). De originele vragenlijst, vertaald in het Nederlands, is te vinden als bijlage 1.

De Godspeed meet de volgende schalen die de prestatie van een sociale robot zouden moeten weergeven: menselijkheid, bezieldeheid, aangenaamheid, waargenomen intelligentie, en waargenomen veiligheid. Dit zijn allemaal aspecten die van belang zijn bij een HRI op psychologisch gebied. Hoewel er in dit onderzoek gebruik gemaakt wordt van industriële robots gaat het niet om de fysieke prestatie die de robot zal bieden, maar om de waargenomen veiligheid. Hierdoor sluit een deel van de Godspeed aan het meten van de veiligheid (Bartneck et al., 2009). Er is gekozen om de Godspeed toe te passen in aangepaste vorm. De aanpassingen met commentaar worden besproken in het hoofdstuk van methode onder de paragraaf meetinstrumenten.

De schaal menselijkheid refereert naar de attributen van een mens, de vorm, karakteristieken, gedrag tegenover niet-menselijke zaken. Bezieldeheid heeft betrekking tot in hoeverre object levend lijkt, hierbij moet gedacht worden aan een vorm van causaliteit en intentie. Aangenaamheid richt zich op hoeverre het object visueel of vocaal gedrag kan vertonen want een positieve impressie geeft. De waargenomen intelligentie refereert niet naar hoe intelligent een robot is, maar hoe slim deze overkomt. Een robot kan dan wel veel kennis hebben, maar deze wijs toepassen blijkt een uitdaging te zijn. Waargenomen veiligheid is al eerder besproken (Bartneck et al., 2009).

Voor eigen onderzoek heeft Lasota & Shah (2015) een vragenlijst ontwikkeld om te vragen naar de tevredenheid, waargenomen veiligheid, en comfort die interactie met een robot oproept. Deze vragenlijst is ontwikkeld op basis van voorgaande afgenomen enquêtes. De vragenlijst bestaat uit twee onderdelen waarvan het eerste gedeelte zich richt op de tevredenheid en het tweede gedeelte op de waargenomen veiligheid en comfort.

Voor dit onderzoek zal er gebruikt gemaakt worden van een vragenlijst die zowel onderdelen uit de Godspeed en de Lasota & Shah vragenlijst haalt. Beide halen namelijk aspecten aan die van belang zijn om de waargenomen veiligheid te meten.

2. Afsluiting

Veel onderzoek wat gedaan is met betrekking tot veilige beleving in de HRI is gericht op de robots in sociale context. Hierbij zal rekening gehouden moeten worden met het maken van conclusies of overwegingen gebaseerd op de gevonden literatuur. Toch zijn veel eigenschappen die naar voren komen niet afhankelijk van de context. Factoren zoals ontwerp, taak, bewegingspatroon, en indruk zijn allemaal terug te generaliseren naar ook niet robot gerelateerde zaken. Deze factoren zijn namelijk dezelfde cues die mensen gebruiken om een beeld te krijgen van andere mensen of objecten (Beer, J. M., Prakash, A., Mitzner, T. L., Rogers, 2011).

Een van de eigenschappen die het vaakst naar voren komt blijkt toch ontwerp te zijn, dit roept de veronderstelling op dat een grote mate van de waargenomen veiligheid afhankelijk is van wat men ziet en welke cognitieve gedachten er daarna worden gemaakt. Het toevoegen van zacht materiaal of het

ontwerp aanpassen zodat er een overeenstemming is tussen taak en uiterlijk zijn enkele mogelijkheden om de waargenomen veiligheid te verhogen.

Een combinatie van de bovengenoemde factoren hebben invloed op de waargenomen veiligheid en dus de veilige beleving. Niet elke factor zal een even grote invloed hebben, maar het kan er wel voor zorgen dat men anders reageert op de robot dan oorspronkelijk de bedoeling was. Dit betekent dat met al deze factoren rekening gehouden moet worden bij het samenwerken met de robot.

3. Methode

3.1 Respondenten

De respondenten in dit onderzoek zijn geselecteerd op basis van interesses en educatieve achtergrond. Het onderzoek is gericht op mensen die gebruik maken van deze technologie, hiervoor is gekozen gebruik te maken van de studenten en medewerkers van Fontys Hogescholen Engineering (FHE). De studenten en medewerkers van FHE zijn voornamelijk mannelijk, toch hebben enkele vrouwen meegedaan aan dit onderzoek. De totale grote van de steekproef was negentig deelnemers, waarvan vijf vrouwelijke deelnemers en de overige vijftientig deelnemers zijn mannelijk. Er is verder geen onderscheid gemaakt tussen student of medewerkers tijdens het afnemen van de vragenlijst. Zowel studenten als medewerkers werken samen met/aan de technologieën die zij zien bij FHE. De leeftijd is niet meegenomen tijdens het meenemen van de vragenlijst, maar bij navraag was de jongste deelnemer achttien en de oudste drieënzestig.

3.2 Werving respondenten

Voor het werven van de respondenten van het onderzoek is er gebruik gemaakt van het netwerk van de onderzoeker bij Fontys Engineering. Met behulp van deze eerste respondenten is de sneeuwbalmethode ingezet om verdere respondenten te verwerven. Ook is er gebruik gemaakt van conveniencesampling door studenten en medewerkers van Fontys Engineering te vragen.

3.3 Meetinstrumenten

Om het gevoel van psychologische veiligheid te meten wordt gebruik gemaakt van de Godspeed (Bartneck et al., 2009) en de vragenlijst ontwikkeld door Lasota & Shah (2015). Door deze te combineren is een vragenlijst gemaakt die terug te vinden is in bijlage 1. De items die uit de Godspeed gekomen zijn gerandomiseerd in de vragenlijst om een opeenvolging van specifieke emoties te voorkomen.

Er is gebruik gemaakt van de 7-punt Likertschaal, waar de oorspronkelijke Godspeed en Lasota & Shah gebruik maken van de 5-punt Likertschaal. De schaal loopt van *helemaal mee oneens* tot *helemaal mee eens*.

De Godspeed is oorspronkelijk in het Engels opgesteld en met de vertaling zijn enkele termen niet dekkend genoeg voor de emotie waarvoor ze staan in het Nederlands. Verder vergelijkt de Godspeed twee emoties met elkaar en hoewel deze vaak tegenpolen zijn is dit niet in elke situatie even geldig. De Godspeed is opgedeeld in de volgende schalen, met eerst de Nederlandse vertaling en daarna de oorspronkelijke Engelse term, en de bijbehorende Cronbach's Alpha: menselijkheid, anthropomorphism ($\alpha = 0.878$); beziel, animacy ($\alpha = 0.702$); aangenaamheid, likeability ($\alpha = 0.865$); waargenomen intelligentie, perceived Intelligence ($\alpha = 0.75$); waargenomen veiligheid, perceived safety ($\alpha = 0.91$).

Er is besloten om de vragenlijst te herformuleren door de items los van elkaar te vragen en enkele termen opnieuw te vertalen. Een term die gebruikt werd in de originele Godspeed is 'agitated' indien die letterlijk wordt vertaald in het Nederlands betekend het 'opgewonden'; de tegenpool hiervoor is kalm. Hoewel opgewonden correct is, is er besloten deze term te herformuleren naar: onrustig, aangezien dit de lading achter de oorspronkelijke term beter dekt. Voor dit onderzoek wordt gebruik

gemaakt van enkele items van aangenaamheid en waargenomen veiligheid (Bartneck et al., 2009). De volgende items per schaal zijn overgenomen uit de Godspeed. Aangenaamheid: geïntimideerd, onprettig, prettig, en op mijn gemak. Waargenomen veiligheid: angstig, onrustig, verrast, ontspannen, kalm en rustig (Bartneck et al., 2009). Voorbeeld: Ik voelde me veilig.

De vragenlijst ontwikkeld door Lasota & Shah (2015) heeft betrekking op de waargenomen veiligheid en comfort. De term comfort wordt hier gebruikt om het psychologische veilige gevoel te beschrijven. De vragen zijn opgesteld aan hand van de acties die de robot vertoont in het experiment. Er werd onderscheid gemaakt tussen een robot die weet dat er een deelnemer in de buurt is en een robot die niet weet dat er een deelnemer in de buurt is. Hierdoor is er geen Cronbach's Alpha van de vragenlijst. Lasota & Shah (2015) geven wel aan dat er significante verschillen zijn gevonden met uitzondering van "De robot bewoont te snel op me prettig bij te voelen". Voor de overige items: "Ik voelde me veilig bij de robotarm" ($p < .001$), "Ik vertrouwde erop dat de robot mij geen pijn zou doen" ($p = .008$), "De robot kwam te dichtbij om mij prettig bij te voelen" ($p < .001$).

De overige items zijn door de onderzoekers zelf toegevoegd aangezien deze in beide vragenlijsten missen, waarvan de verwachting is dat deze wel invloed kunnen hebben op de waargenomen gevoel van veiligheid: wantrouwig, gespannen, veilig, prettig, op mijn gemak en ik vertrouwde erop dat de robot mij niet zou raken. Voor deze items zijn dus geen gegevens beschikbaar met betrekking tot de validiteit en betrouwbaarheid.

Er is een open vraag toegevoegd om de emoties die niet worden besproken door de Godspeed, Lasota & Shah en de overige items aan te vullen. Het is namelijk niet mogelijk om alle emoties die een persoon kan hebben op de vragenlijst te zetten. Door middel van het stellen van een open vraag is de verwachting dat er enkele andere emoties naar voren komen. De open vraag is: 'Hoe voelde u zich in de nabijheid van de robotarm?' De vraag wordt als eerste gesteld om eventuele priming door de andere vragen te voorkomen.

Door het aanpassen van de test zijn er uiteindelijk drie schalen ontstaan: verwachte beleving, positieve emoties, en negatieve emoties. De verwachte beleving komt voort uit de stellingen, de positieve en negatieve emoties uit de daarbij behorende emoties.

3.4 Materialen

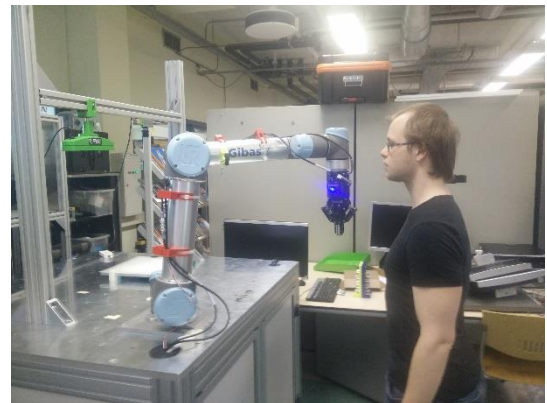
Voor dit onderzoek is er gebruikt gemaakt van de Universal Robots UR5 type robotarm om het experiment uit te voeren. Figuur 1 laat de UR5 zien zoals hij geleverd wordt. De UR5 is geïnstalleerd op een tafel en heeft een grijper geïnstalleerd gekregen in verband met een project waaraan FHE werkt. De UR5 werd dus gebruikt door beide teams van onderzoekers. Figuur 2 laat de opstelling zien zoals deze gebruikt is tijdens het uitvoeren van het experiment.



Figuur 1 De UR-5, Geraadpleegd op: <https://www.universal-robots.com/products/ur5-robot/>

3.5 Procedure

Voor het onderzoek zijn er twee experimenten opgezet. Experiment 1 is gericht op de snelheid van de robot, waar experiment 2 gericht is op persoonlijke ruimte van de mens en hoeverre de robot zich hierin kan en/of mag bevinden. In beide experimenten wordt gebruik gemaakt van de opstelling te zien in figuur 2. In figuur 3 is de schematische opstelling te zien, hierbij zijn twee camera's bevestigd aan de opstelling waarvan geen gebruik wordt gemaakt in dit experiment. Deze waren onderdeel van het project van FHE, maar konden niet worden gedemonteerd. Voor beide experimenten zijn dezelfde instructies mondeling gegeven zoals beschreven in bijlage 2. Per deelnemer wordt er een experiment per keer uitgevoerd.



Figuur 2 Foto van de opstelling met een deelnemer

De onderzoeker staat aan de zijkant erbij om de robot aan te sturen en voor de veiligheid. Indien er door onverwachte omstandigheden iets gebeurt dan de onderzoeker ingrijpen.

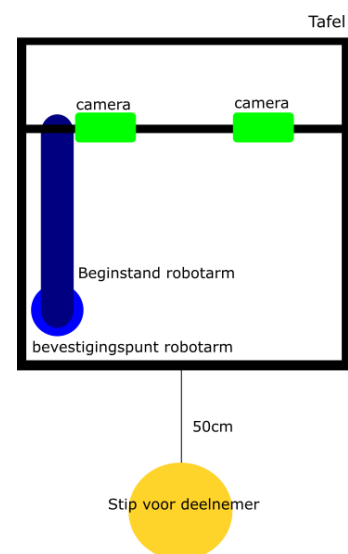
Het programma dat wordt gebruikt bij de experimenten is niet toegevoegd aan dit document, maar is op aanvraag bij de onderzoeker te verkrijgen. Dit omdat het specifieke software betreft die alleen te gebruiken is op de UR5.

Aangezien de opstelling was gemonteerd op een tafel die mobiel, maar wel voor dit experiment op dezelfde plek kon blijven staan, is de stip geplaatst op 50cm van het midden punt van de rand van de tafel. Deze afstand is bepaald vanwege de veiligheid. Dit om enige letsel te voorkomen en onverwachte bewegingen de ruimte te geven om uit te wijken. Bij elk uitvoer van het experiment wordt dit opnieuw opgemeten. Dit vanwege de afstand tussen deelnemer en robot in experiment 2.

Voordat het experiment wordt uitgevoerd worden de instructies "experiment robotarm" voorgelezen aan de deelnemer.

3.5.1 Experiment 1

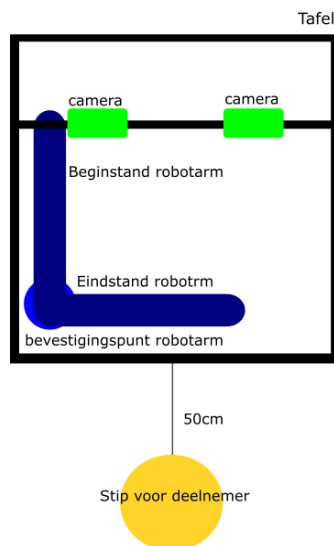
In experiment 1 is de onafhankelijke variabele de snelheid van de arm. Hierbij zijn twee snelheden gebruikt waarbij groep 1 te maken krijgt met de snelheid 250 mm/s voor het bewegen van de arm met een acceleratie van 1200 mm/s. De snelheid bij groep 2 is 400 mm/s voor het bewegen van de arm met een acceleratie van 1200 mm/s. Het bewegingspatroon van de robot is schematisch weergegeven in figuur 4. Er is voor gekozen de beweging van de robot drie keer te herhalen. De keuze voor groep 1 is gebaseerd op de ISO-norm, waarbij de snelheid voor groep 2 gekozen is om te kijken wat men als te snel zou ervaren. Een hogere snelheid zorgde voor instabiliteit van de opstelling en was dus niet mogelijk.



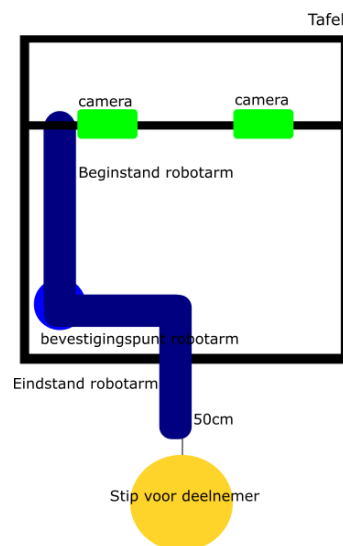
Figuur 3 Schematische weergave van opstelling

3.5.1 Experiment 2

In experiment 1 is de onafhankelijke variabele de afstand van de arm tot aan de deelnemer. Hierbij zijn twee groepen gebruikt. Groep 1 waarbij de robot zich beweegt tot een afstand van 7,5-15cm tot aan de deelnemer. Deze afstand is afhankelijk van de lengte en breedte van de persoon. Bij de onderzoeker was deze afstand 15cm, bij een andere deelnemer 7,5cm. Bij groep 2 is gekozen voor de eindstand van experiment 1 te hergebruiken, zie figuur 4. De snelheid is 200 mm/s voor het bewegen van de arm met een acceleratie van 1200mm/s. Het bewegingspatroon van de robot is schematisch weergegeven in figuur 5. Er is voor gekozen de beweging van de robot drie keer te herhalen.



Figuur 4 Schematische weergave van experiment 1



Figuur 5 Schematische weergave van experiment 2

3.5.1 Vragenlijst

Nadat de deelnemer het experiment heeft doorlopen zal de deelnemer de vragenlijst invullen. Voordat dit gebeurd worden de instructies "vragenlijst" aan de deelnemer voorgelezen. De deelnemer kan de vragen invullen aan een tafel die zich achter de stip bevindt. Hij krijgt hier onbeperkt de tijd voor. De deelnemer kan indien hij omkijkt de opstelling bekijken. Indien de deelnemer vragen heeft overgeslagen wordt hij hierop gewezen en krijgt de kans om de lege vragen in te vullen. Blijkt de deelnemer daar geen behoeften aan te hebben dan wordt de vragenlijst ingenomen en is de deelnemer klaar met het experiment.

3.6 Analyse

Voor de vraag welke invloed snelheid en afstand hebben op het gevoel is gebruikt gemaakt van descriptieve tabellen en de gemiddeldes van de emoties.

Voor de vraag welke invloed snelheid en afstand op de beleefde veiligheid hebben is er one way between groups ANOVA uitgevoerd.

4. Resultaten

De interne consistentie van de schalen is geanalyseerd en het resulterende Cronbach's α coëfficiënt geeft genoeg vertrouwen in de algemene betrouwbaarheid van de vragenlijst. De Cronbach's α voor de drie subschalen zijn verwachte beleving ($\alpha = .830$), positieve emoties ($\alpha = .915$), negatieve emoties ($\alpha = .887$). De scores zijn berekend door middel van het gemiddelde te gebruiken van de gerelateerde vragen van de schaal.

Per experiment is er geanalyseerd welke emotie, zowel positief als negatief, het hoogste en het laagste gemiddelde lieten zien. Hiervoor zijn descriptieve tabellen en de gemiddeldes per item gebruikt. De resultaten hiervan zijn te vinden in tabel 1. De meest voorkomende hoge positieve emotie is veilig, de meest voorkomende lage positieve emotie is kalm. De meest voorkomende hoge negatieve emotie is gespannen en de meest voorkomende lage negatieve emotie is angst. Eenmalig is voorgekomen dat twee emoties hetzelfde gemiddelde hebben. Dit is bij experiment 1 groep 1 en deze emoties zijn kalm en op mijn gemak.

Tabel 1

De hoogst en laagst scorende emotie per experiment en groep.

Experiment en groep	Positief hoog (M)	Positief laag (M)	Negatief hoog (M)	Negatief laag (M)
Snelheid, 1	veilig (5.40)	kalm/gemak* (4.40)	gespannen (2.80)	angstig (1.52)
Snelheid, 2	veilig (4.40)	kalm (3.12)	gespannen (3.84)	angstig (2.32)
Afstand, 1	gemak* (5.60)	kalm (5.00)	gespannen (2.55)	angstig (1.55)
Afstand, 2	veilig (4.10)	kalm (2.90)	gespannen (4.55)	angstig (3.10)

* Met gemak wordt de item 'op mijn gemak' bedoeld.

Een overzicht van alle gemiddeldes en standaard deviaties is terug te vinden in Tabel 2.

Tabel 2

Het gemiddelde van alle emoties bij de experimenten.

	Snelheid, Groep 1		Snelheid, Groep 2		Afstand, Groep 1		Afstand, Groep 2	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
veilig	5.40	.866	4.40	1.607	5.40	1.231	4.10	1.586
prettig	4.92	1.152	3.32	1.547	5.30	1.380	3.80	1.542
wantrouwig	2.52	1.584	2.68	1.725	2.30	.979	4.00	1.686
onrustig	2.52	1.418	2.88	1.641	1.65	.489	3.25	1.650
gemak*	4.40	1.354	3.12	1.764	5.60	1.046	3.65	1.599
rustig	4.76	1.052	3.64	1.890	5.35	.988	3.90	1.410
gespannen	2.80	1.500	3.84	1.772	2.55	1.395	4.55	1.701
ontspannen	4.24	1.535	3.52	1.851	5.20	1.399	2.90	1.586
onprettig	2.32	1.314	3.12	1.590	1.85	.587	3.65	1.872
kalm	4.40	2.021	3.24	1.809	5.00	1.376	3.50	1.573
angstig	1.52	1.122	2.32	1.492	1.55	.686	3.10	1.917

* Met gemak wordt de item 'op mijn gemak' bedoeld.

Bij de open vraag hoe voelde u zich in de nabijheid van de robotarm zijn onder andere de volgende antwoorden gegeven. Een overzicht van alle gegeven antwoorden is te vinden in bijlage 5.

Bij experiment 1, groep 1 gaf een deelnemer als antwoord: "jofel", een andere deelnemer vulde het volgende in: "Ik vond het spannend omdat ik niet wist wat ik kon verwachten".

Bij experiment 1, groep 2 gaf een deelnemer het volgende antwoord "Geschrokken!!". Een deelnemer uit dezelfde groep beschreef: "Veilig, hij bleef op redelijke afstand + is al veilig".

Bij experiment 2, groep 1 was het antwoord van een deelnemer: "anticipatie", een andere deelnemer ook uit deze groep omschrijft zijn gevoel als: "Grappig".

Bij experiment 2, groep 2 schreef een deelnemer het volgende op: "Ik weet wat er fout kan gaan dus niet goed". Een andere deelnemer zei: "veilig."

4.1 Heeft snelheid invloed op de beleefde veiligheid?

Een one-way between groups ANOVA is uitgevoerd om te onderzoeken of snelheid invloed heeft op de verwachte beleving, positieve emoties, en negatieve emoties. Inspectie of de skewness, kurtosis, en Shapiro-Wilk statistieken rapporteert dat er niet wordt voldaan aan de normaliteit.

Bij verwachte beleving is de Levene's statistiek significant $F(1,48) = 2.76$, $p = .103$, en er wordt niet voldaan aan de homogeniteit van variantie. Daarom is de Welch en Brown-Forsyth uitgevoerd. De ANOVA is statistisch significant, dit betekent dat de snelheid invloed heeft op de verwachte beleving, $F(1,48) = 9.23$, $p = .003$, $\eta^2 = .161$. Deelnemers die in groep 1 zitten ($M = 5.63$, $SD = .84$) hebben een hogere score op verwachte beleving dan deelnemers die in groep 2 zitten ($M = 4.76$, $SD = 1.16$).

Bij positieve emotie is de Levene's statistiek significant $F(1,48) = 7.85$, $p = .007$, en er wordt niet voldaan aan de homogeniteit van variantie. Daarom is de Welch en Brown-Forsyth uitgevoerd. De ANOVA is statistisch significant, dit betekent dat de snelheid invloed heeft op de positieve emotie, $F(1,48) = 9.63$, $p = .003$, $\eta^2 = .167$. Deelnemers die in groep 1 zitten ($M = 4.69$, $SD = 1.03$) hebben een hogere score op positieve emoties dan deelnemers die in groep 2 zitten ($M = 3.54$, $SD = 1.15$).

Bij negatieve emotie is de Levene's statistiek significant $F(1,48) = 5.30$, $p = .026$, en er wordt niet voldaan aan de homogeniteit van variantie. Daarom is de Welch en Brown-Forsyth uitgevoerd. De ANOVA is statistisch significant, dit betekent dat de snelheid invloed heeft op de negatieve emotie, $F(1,48) = 4.25$, $p = .045$, $\eta^2 = .081$. Deelnemers die in groep 1 zitten ($M = 2.21$, $SD = .94$) hebben een lagere score op positieve emoties dan deelnemers die in groep 2 zitten ($M = 2.89$, $SD = 1.20$).

4.2 Heeft afstand invloed op de beleefde veiligheid?

Een one-way between groups ANOVA is uitgevoerd om te onderzoeken of afstand invloed heeft op de verwachte beleving, positieve emoties, en negatieve emoties. Inspectie of de skewness, kurtosis, en Shapiro-Wilk statistieken rapporteert dat er niet wordt voldaan aan de normaliteit.

Bij verwachte beleving is de Levene's statistiek significant $F(1,38) = 2.70$, $p = .109$, en er wordt niet voldaan aan de homogeniteit van variantie. Daarom was de Welch en Brown-Forsyth uitgevoerd. De ANOVA is statistisch significant, dit betekent dat de afstand invloed heeft op de verwachte beleving,

$F(1,38) = 34.31, p < .001, \eta^2 = .474$. Deelnemers die in groep 1 zitten ($M = 5.97, SD = .65$) hebben een hogere score op verwachte beleving dan deelnemers die in groep 2 zitten ($M = 4.40, SD = 1.00$)

Bij positieve emoties is de Levene's statistiek significant $F(1,48) = 18.955, p < .001$, en er wordt niet voldaan aan de homogeniteit van variantie. Daarom is de Welch en Brown-Forsyth uitgevoerd. De ANOVA is statistisch significant, dit betekent dat de afstand invloed heeft op de positieve emoties, $F(1,38) = 24.156, p < .001, \eta^2 = .389$. Deelnemers die in groep 1 zitten ($M = 5.31, SD = .61$) hebben een hogere score op positieve emoties dan deelnemers die in groep 2 zitten ($M = 3.64, SD = 1.39$)

Bij negatieve emoties is de Levene's statistiek significant $F(1,48) = 28.729, p < .001$, en er wordt niet voldaan aan de homogeniteit van variantie. Daarom was de Welch en Brown-Forsyth uitgevoerd. De ANOVA is statistisch significant, dit betekent dat de afstand invloed heeft op de negatieve emoties, $F(1,38) = 24.126, p < .001, \eta^2 = .388$. Deelnemers die in groep 1 zitten ($M = 1.91, SD = .49$) hebben een lagere score op negatieve emoties dan deelnemers die in groep 2 zitten ($M = 3.52, SD = 1.38$).

5. Discussie

5.1 Conclusie

Het huidige onderzoek dat is uitgevoerd laat zien dat snelheid en afstand factoren van een cobot zijn die invloed hebben op de psychologische beleefde veiligheid. Verder factoren zijn in dit onderzoek niet meegenomen.

Verwachting en vertrouwen zijn de hoofdfactoren van beleefde veiligheid, waarbij aanvaardbaarheid, persoonlijke ruimte, snelheid en afstand als aparte categorie benoemd kunnen worden maar uiteindelijk toch onderdeel zijn van eerstgenoemden. Het gedeelte verwachting bepaalt voornamelijk hoe men de cobot ziet en wat deze gaat doen. Deze verwachting is onder andere gebaseerd op het ontwerp en het bewegingspatroon wat de robot heeft. Op basis hiervan zal men een analyse doen om te kijken wat de beste manier van handelen is.

Waarbij vertrouwen zich richt op allerlei zaken omtrent de robot, men, en de situatie. Als tegen de gebruiker wordt gezegd dat de robot inherent veilig is zal het vertrouwen in de robot toenemen. Blijkt het ontwerp van de robot een vertrouwde uitstraling te geven dan zal dit de mate van vertrouwen nog verder verhogen.

Aanvaardbaarheid, persoonlijke ruimte, snelheid en afstand zijn overige factoren die apart te onderscheiden zijn, maar wel invloed uitoefenen op de verwachting en vertrouwen. Hoe meer men de robot aanvaardt des te meer men een positieve verwachting of vertrouwen erbij heeft.

Kijkend naar de resultaten blijkt bij snelheid dat een hogere snelheid als minder veilig en meer gespannen wordt ervaren. Ook zorgt een hogere snelheid voor een minder kalm gevoel en iets angstiger gevoel. Het gemiddelde van positieve emoties blijkt met meer te dalen dan het gemiddelde van negatieve emoties stijgt als de snelheid omhoog gaat. Dit kan betekenen dat bij de hogere snelheid men sneller geneigd is op zijn positieve emoties af te nemen, maar minder geneigd is om de negatieve emoties toe te laten nemen. De standaard deviatie blijkt bij de hogere snelheid ook toe te nemen bij zowel positieve als negatieve emoties. Het is mogelijk dat men onbewust toch op een andere manier de beleving heeft ervaren zonder dat dit terug te zien is in de gemiddeldes.

Bij afstand is een insgelijks resultaat gevonden. Bij een kortere afstand tussen de persoon en de cobot is gevonden dat de persoon zich minder veilig en meer gespannen voelt. Toch is de emotie op mijn gemak het hoogst scorend bij de grootste afstand. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat de afstand en snelheid groot genoeg waren dat de deelnemers niet meer aan veilig dachten. Het gemiddelde van op mijn gemak is 5,60, en het gemiddelde van veilig is 5,40. Veilig zit dus redelijk dicht in de buurt van op mijn gemak. Het gemiddelde van positieve emoties daalt ongeveer insgelijks aan dat het gemiddelde van negatieve emoties toeneemt. Ook bij afstand blijkt de standaard deviatie toe te nemen als de afstand tussen de persoon en de cobot kleiner wordt.

Uit de vraag hoe voelde u zich in nabijheid van de robotarm zijn verschillende antwoorden gekomen. Een groot aantal zijn antwoorden die al terugkomen in de vragenlijst, waaronder op mijn gemak en prettig. Veel deelnemers spreken verder ook over verwachting en anticipatie, soms in positieve zin en

soms in negatieve zin. Andere deelnemers schrijven dat er niks veranderd is aan hun gevoel met betrekking tot de robotarm. Er is geen eenduidige conclusie te stellen uit deze gegevens, behalve dat enkele aspecten vaker terugkomen die niet gevraagd zijn.

5.1 Discussie

De keuze om alleen deelnemers te onderzoeken die onderdeel zijn van FHE betekent dat bij het schrijven van de conclusie er hierbij rekening gehouden moest worden. De resultaten zijn dus niet representatief voor de gehele bevolking. In dit geval hebben alle deelnemers een technische achtergrond of zijn betrokken met de gebruikte techniek. Toch zijn de deelnemers niet representatief, dit zijn namelijk productiemedewerkers. Dit kan betekenen dat persoonlijkheid, achtergrond, en leeftijd invloed gehad kunnen hebben op de resultaten. O'Brien (2015) geeft aan dat dit zeker invloed kan hebben op de resultaten.

Het experiment is uitgevoerd in een niet waarheidsgetrouwe locatie met een andere situatie, waardoor er geen conclusies gemaakt kunnen worden in hoeverre de huidige locatie enigszins relevant was. De aanname is dat in de werkelijke situatie er andere omstandigheden zullen zijn die invloed hebben op de veiligheid. Hoewel dit in het nadeel werkt van de beleefde veiligheid is de groep deelnemers maar eenmalig blootgesteld aan de locatie en situatie. Productiemedewerkers die werken in de normale werkomgeving en al vaker met de cobot hebben gewerkt in een specifieke situatie zullen gewenning kunnen vertonen. De deelnemers wisten namelijk niet welke taak de cobot ging uitvoeren, dit weten de productiemedewerkers wel. Dit verschil kan al een effect hebben in hoeverre de productiemedewerker bereidt is vertrouwen toe te kennen aan de robot (van den Brule et al., 2014).

Er kan een vorm van priming zijn ontstaan doordat de deelnemers geïnformeerd zijn op het feit dat de robot inherent veilig is. Er wordt door de onderzoeker verteld dat de robot geen contact zal maken met de deelnemer onder normale omstandigheden. Hierdoor kan de deelnemer al een mate van vertrouwen aannemen, waardoor de deelnemer zich al veiliger voelt voordat het experiment heeft plaatsgevonden. De deelnemer heeft namelijk geen manier om dit te controleren behalve door op de gegeven instructies te vertrouwen. Proske et al. (2007) blijken hetzelfde effect gemeten te hebben. Een vervolgonderzoek kan dit aspect verder onderzoeken door de deelnemers wel of geen instructies met betrekking tot veiligheid te geven.

De deelnemers zijn expliciet geïnformeerd over de mogelijke gevaren aangezien in dit experiment de ISO-norm 10218 is overschreden. Uit de resultaten is te zien dat deelnemers zich bij de hogere snelheid minder veilig en gespannen voelen, maar dit kan te maken hebben dat de deelnemers niet wisten welke snelheid de robot had. In dit geval konden de deelnemers niet zelf de snelheid aanpassen, maar een cobot waarbij men een snelheid kan kiezen door voor hem een veilige beleving geeft zal dus een positief effect hebben. Butler & Agah (2001) beschreven deze hypothese al in hun onderzoek met betrekking tot sociale robots. Na enige tijd ontstond gewenning aan een bepaalde snelheid en had men behoefte om de snelheid te verhogen om zo beter om te kunnen gaan met de robot.

Hoewel een herdefinitie van de ISO-norm niet mogelijk is als onderdeel van dit project, is het wel een aandachtspunt voor de toekomst. Er zal een nieuwe snelheidslimiet gedefinieerd moeten worden die

niet alleen rekening houdt met de mogelijkheden van de robot, maar ook met de wensen van de gebruiker. Welke snelheid de voorkeur heeft bij de gebruiker zal moeten gebeuren op basis van onderzoek waarbij er verschillende snelheden worden getest (Haddadin et al., 2009).

Door de gelimiteerde tijd en kosten die verbonden zijn aan dit onderzoek was het niet mogelijk om alle factoren die eventueel invloed kunnen uitoefenen mee te nemen in het onderzoek. Dit betekent dus dat andere aspecten, zoals ontwerp en taak, invloed kunnen hebben op de waargenomen veiligheid.

Bij het analyseren van de gegevens bleek dat het item verrast dubbelzinnig opgepakt kan zijn door de deelnemers. De context van verrast was namelijk niet goed gedefinieerd. De betrouwbaarheid van positieve emoties nam toe als verrast werd verwijderd uit deze schaal, ditzelfde geldt voor negatieve emoties maar de toename was minder. Er is besloten door de onderzoekers om in dit onderzoek verrast te laten vallen, maar voor een vervolgonderzoek kan het interessant zijn om een onderscheid aan te geven. Bijvoorbeeld: verrast en geschrokken. In deze context kan dit betekenen dat de deelnemers verrast als een positieve emotie zullen zijn. Hoewel maar enkele deelnemers een antwoord gaven wat overeen kan komen met de definitie van geschrokken is het wel iets wat hier miste. Bartneck et al. (2009), spreken niet over verrast of geschrokken, maar de ontwikkelde Godspeed is hiervoor niet opgezet. Toch kan het een emotie zijn die invloed heeft op de mogelijke reactie van de deelnemer. Eventueel kan anticipatie ook als verrast en geschrokken worden gezien, want dit antwoord kwam meerdere malen terug bij de vraag hoe voelde u zich in nabijheid van de robotarm. Hierbij gaven sommige deelnemers aan een positieve anticipatie te hebben en andere een negatieve of afwachtcende anticipatie.

Het doel van de open vraag was om de emoties die niet in de vragenlijst voorkwamen naar voren te laten komen. Uiteindelijk bleek dat veel deelnemers dezelfde emoties omschreven, met uitzonderingen daargelaten. Emoties die vaker voorkomen zouden dus opgenomen kunnen worden als onderdeel van de gesloten vragen in de vragenlijst. Op het moment is hier geen analyse op losgelaten aangezien er te weinig data was om deze emoties te operationaliseren.

Er zal een uitgebreider meetinstrument ontwikkeld moeten worden die dieper ingaat op de verschillende emoties. De originele insteek van de Godspeed is sociale robots. Waarbij Lasota & Shah (2015) gebruik maken van een robot gericht op productie besloten zij niet om de emotie te meten, maar een mate van beleving. Het meetinstrument ontwikkeld voor dit onderzoek, gebaseerd op Godspeed en Lasota & Shah, creëert een soort van compromis hierin. Toch is deze vragenlijst niet volledig en zal verder onderzoek en ontwikkeling hiervoor gewenst zijn. Voor sociale robots gelden namelijk andere wensen en eisen bij het meten van de veiligheid dan bij productierobots, toch zijn er aspecten die terugkomen bij beide types die gemeten kunnen worden.

Ook zijn is de vragenlijst zelf-gerapporteerd en is de werkelijke reactie niet geobserveerd. Anekdotisch bewijs, niet officieel geobserveerd door de onderzoeker, liet zien dat enkele deelnemers terugdeinsden bij de hoge snelheid. Bij de afstand was dit niet geregistreerd. Vervolgonderzoek zal ook observatie moeten gebruiken om te kijken of de reactie overeenkomt met de emotie.

Een factor die terugkwam bij vele onderzoek is en blijft ontwerp van de robot. De huidige generatie robots die in gebruik zijn zullen niet meer aangepast kunnen worden. Een mogelijkheid zou kunnen zijn door de huidige behuizing die op de robot zit te vervangen door iets wat een bepaalde verwachting of vertrouwen opwekt. Bijvoorbeeld door het vervangen van de huidige panelen met een zachter, maar net zo bestendig materiaal. Maar bij investering en ontwikkeling van de volgende generatie zal het wel een aspect zijn wat meegenomen moet worden. Het is een van de aspecten die waarschijnlijk het makkelijkst te beïnvloeden is. Het aanpassen van het ontwerp betekent niet dat een productierobot het uiterlijk van een menselijke robot moet hebben, maar enige concessies zullen mogelijk zijn.

Terugkomend op de factoren die onderzocht zijn is het duidelijk dat snelheid en afstand invloed hebben op de beleefde veiligheid. De mogelijkheid voor de gebruiker om een minimale en maximale snelheid in te stellen geeft de gebruiker een mate van controle over de robot. Door deze controle kan de gebruiker zelf zijn verwachting en vertrouwen bepalen die hij in de robot stopt. Mits er aan de andere voorwaarden van vertrouwen en verwachting wordt voldaan. Aangezien de gebruiker de kans krijgt om de taken van de robot enigszins aan te passen is het aan te raden deze lijn door te trekken naar de snelheid.

Het beïnvloeden van afstand zal lastiger zijn omdat er in dit geval te maken is met persoonlijke ruimte. Hoewel de robot in dit experiment extreem dichtbij kwam, zal in de werkelijkheid de afstand groter zijn. Toch is dit een aspect waar weinig zorgen voor zijn, aangezien vertrouwen voor een groot gedeelte uit gewenning aan de situatie bestaat. Een oplossing hiervoor kan zijn de gebruiker te laten wennen aan de cobot in een niet-gerelateerde productietaak. Hierdoor zal de gebruiker meer inzicht krijgen in de limieten van de cobot, waardoor deze een vertrouwensband kan ontwikkelen. Ook is de verwachting dat als er een jongere generatie gebruikers komt deze ook al meer vertrouwen en bepaalde verwachtingen hebben in de cobot die positief kunnen zijn. Er bestaat dus een kleine kans dat het probleem over de jaren zal afnemen omdat de huidige generatie met het gebruik opgroeit.

Bibliografie

- Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E., & Zoghbi, S. (2009). Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots. *International Journal of Social Robotics*, 1(1), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s12369-008-0001-3>
- Bartneck, C., Suzuki, T., Kanda, T., & Nomura, T. (2007). The influence of people's culture and prior experiences with Aibo on their attitude towards robots. *AI and Society*, 21(1), 217–230. <https://doi.org/10.1007/s00146-006-0052-7>
- Beer, J. M., Prakash, A., Mitzner, T. L., Rogers, W. a. (2011). Understanding Robot Acceptance. *Georgia Institute of Technology*, 1–45.
- Blanchard, D. C., Griebel, G., Pobbe, R., & Blanchard, R. J. (2011). Risk assessment as an evolved threat detection and analysis process. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(4), 991–998. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.10.016>
- Blythe, P. W., Todd, P. M., & Miller, G. F. (1999). *How Motion Reveals Intention: Categorizing Social Interactions. Simple Heuristics That Make Us Smart*. Oxford University Press. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1999-04366-012>
- Butler, J. T., & Agah, A. (2001). Psychological effects of behavior patterns of a mobile personal robot. *Autonomous Robots*, 10(2), 185–202. <https://doi.org/10.1023/A:1008986004181>
- Covello, V. T., Peters, R. G., Wojtecki, J. G., & Hyde, R. C. (2001). Risk communication, the West Nile virus epidemic, and bioterrorism: Responding to the communication challenges posed by the intentional or unintentional release of a pathogen in an urban setting. In *Journal of Urban Health* (Vol. 78, pp. 382–391). <https://doi.org/10.1093/jurban/78.2.382>
- Dehais, F., Sisbot, E. A., Alami, R., & Causse, M. (2011). Physiological and subjective evaluation of a human-robot object hand-over task. *Applied Ergonomics*, 42(6), 785–791. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.12.005>
- Dekker, F. (2016). Robot- en ICT-gebruik in het Nederlandse bedrijfsleven. *Economische-Statistische Berichten*, 101(april), 312–313.
- Delaney, K. J. (2017). The robot that takes your job should pay taxes, says Bill Gates. *Quartz*. Retrieved from <https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes/>
- Goetz, J., Kiesler, S., & Powers, A. (2003). Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation. *Proceedings - IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 55–60. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2003.1251796>
- Haddadin, S., Albu-Schäffer, A., & Hirzinger, G. (2009). Requirements for Safe Robots: Measurements, Analysis and New Insights. *The International Journal of Robotics Research*, 28(11–12), 1507–1527. <https://doi.org/10.1177/0278364909343970>

- Heider, F., & Simmel, M. (1944). An Experimental Study of Apparent Behavior. *The American Journal of Psychology*, 57(2), 243. <https://doi.org/10.2307/1416950>
- Lasota, P. A., & Shah, J. A. (2015). Analyzing the Effects of Human-Aware Motion Planning on Close-Proximity Human-Robot Collaboration. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 57(1), 21–33. <https://doi.org/10.1177/0018720814565188>
- Lichtenthaler, C., Lorenzy, T., & Kirsch, A. (2012). Influence of legibility on perceived safety in a virtual human-robot path crossing task. *Proceedings - IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, (section II), 676–681. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2012.6343829>
- Matthias, B. (2015). Risk Assessment for Human-Robot Collaborative Applications Risk Assessment for HRC Applications Overview. Retrieved from <https://www.idiap.ch/~scalnon/IROS2015WS/BjoernMatthias-slides.pdf>
- Mumm, J., & Mutlu, B. (2011). Human-robot proxemics. *Proceedings of the 6th International Conference on Human-Robot Interaction - HRI '11*, (January 2011), 331. <https://doi.org/10.1145/1957656.1957786>
- O'Brien, M. A. (2010). *Understanding human-technology interactions: The role of prior experience and age*. ProQuest Dissertations and Theses. Georgia Institute of Technology.
- Proske, D. (2008). *Catalogue of risks: Natural, technical, social and health risks*. *Catalogue of Risks: Natural, Technical, Social and Health Risks*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-79555-1>
- Proske, D., Van Gelder, P., & Vrijling, H. (2007). Perceived safety with regards to optimal safety of structures. Retrieved from http://www.tbm.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/CiTG/Over_de_faculteit/Afdelingen/Afdeling_Waterbouwkunde/sectie_waterbouwkunde/people/personal/gelder/publications/papers/doc/paper186.pdf
- Rousseau, D. M., Sitkin, S. B., Burt, R. S., & Camerer, C. (1998). Not so different after all: A cross-discipline view of trust. *Academy of Management Review*. <https://doi.org/10.5465/AMR.1998.926617>
- Salvini, P., Laschi, C., & Dario, P. (2010). Design for acceptability: Improving robots' coexistence in human society. *International Journal of Social Robotics*, 2(4), 451–460. <https://doi.org/10.1007/s12369-010-0079-2>
- Seigneur, J.-M. (2006). *AmbiTrust ? Immutable and Context-Aware Trust Fusion*. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/4450/14ec6b571ca4a3cb31a30b9888e24120442d.pdf>
- Shibata, T., & Wada, K. (2011). Robot therapy: A new approach for mental healthcare of the elderly - A mini-review. *Gerontology*, 57(4), 378–386. <https://doi.org/10.1159/000319015>

- Van Dale. (2017). Betekenis waarnemen | Van Dale. Retrieved June 4, 2017, from <http://www.vandale.nl/gratis-woordenboek/betekenis/nederlands/waarnemen>
- van den Brule, R., Dotsch, R., Bijlstra, G., Wigboldus, D. H. J., & Haselager, P. (2014). Do Robot Performance and Behavioral Style affect Human Trust?: A Multi-Method Approach. *International Journal of Social Robotics*, 6(4), 519–531. <https://doi.org/10.1007/s12369-014-0231-5>
- Vasic, M., & Billard, A. (n.d.). Safety Issues in Human-Robot Interactions.
- Walters, M., Dautenhahn, K., Boekhorst, R. te, Koay, K. L., Kaouri, C., Woods, S., ... Lee, D. (2005). The Influence of Subjects' Personality Traits on Personal Spatial Zones in a Human-Robot Interaction Experiment. *IEEE International Workshop on Robots and Human Interactive Communication*, 56.
- Walters, M. L., Dautenhahn, K., Koay, K. L., Kaouri, C., Boekhorst, R. Te, Nehaniv, C., ... Lee, D. (2005). Close encounters: Spatial distances between people and a robot of mechanistic appearance. *Proceedings of 2005 5th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, 2005*, 450–455. <https://doi.org/10.1109/ICHR.2005.1573608>
- Went, R., Kremer, M., & Kottnerus, A. (2015). De robot de baas: de toekomst van werk in het tweede machinetijdperk, 170. Retrieved from [http://en.wrr-en.aup.nl/download/Look Inside de robot de baas.pdf](http://en.wrr-en.aup.nl/download/Look%20Inside%20de%20robot%20de%20baas.pdf)
- ~~Robot. (2016). Oxford English Dictionary. Oxford. Retrieved from <https://en.oxforddictionaries.com/definition/robot>~~

Bijlage 1 Nederlandse vertaling Godspeed en Lasota & Shah

1.1 Godspeed

GODSPEED I: ANTROPOMORFISME (MENSELIJKHEID)

Geef a.u.b. uw indruk van de robot weer aan de hand van onderstaande schalen:

Onecht	1	2	3	4	5	Natuurlijk
Lijkt op een machine	1	2	3	4	5	Lijkt op een mens
Onbewust	1	2	3	4	5	Bewust
Kunstmatig	1	2	3	4	5	Levensecht
Houterige bewegingen	1	2	3	4	5	Vloeiende bewegingen

GODSPEED II: ANIMACY (Beziel)

Geef a.u.b. uw indruk van de robot weer aan de hand van onderstaande schalen:

Dood	1	2	3	4	5	Levend
Stilstaand	1	2	3	4	5	Levendig
Mechanisch	1	2	3	4	5	Organisch
Kunstmatig	1	2	3	4	5	Levensecht
Passief	1	2	3	4	5	Actief
Apathisch	1	2	3	4	5	Responsief

GODSPEED III: Likeability (Aangenaamheid)

Geef a.u.b. uw indruk van de robot weer aan de hand van onderstaande schalen:

Afkeer	1	2	3	4	5	Geliefd
Onvriendelijk	1	2	3	4	5	Vriendelijk
Onaardig	1	2	3	4	5	Aardig
Onplezierig	1	2	3	4	5	Plezierig
Afschuwelijk	1	2	3	4	5	Mooi ³

GODSPEED IV: Waargenomen intelligentie

Geef a.u.b. uw indruk van de robot weer aan de hand van onderstaande schalen:

Onbekwaam	1	2	3	4	5	Bekwaam
Onwetend	1	2	3	4	5	Wetend
Onverantwoordelijk	1	2	3	4	5	Verantwoordelijk
Onintelligent	1	2	3	4	5	Intelligent
Dwaas	1	2	3	4	5	Gevoelig

GODSPEED V: Waargenomen veiligheid

Geef a.u.b. uw gevoel weer aan de hand van onderstaande schalen:

Angstig	1	2	3	4	5	Ontspannen
Nerveus/Onrustig	1	2	3	4	5	Kalm
Rustig	1	2	3	4	5	Verrast

1.2 Lasotah & Shah

Tevredenheid met de robot als collega

1. Ik vertrouwde erop dat de robot het juiste zou doen op het juiste moment.
2. De robot begreep niet hoe ik de taak wou uitvoeren.
3. De robot bleef voor mijn voeten lopen.
4. De robot en ik werkten goed samen.

Waargenomen veiligheid en comfort

5. Ik voelde me veilig wanneer ik met de robot werkte.
6. De robot bewoog te snel om me prettig bij te voelen.
7. De robot kwam te dichtbij om me prettig bij te voelen.
8. Ik vertrouwde erop dat de robot mij geen pijn zou doen.

Bijlage 2 Vragenlijst beleving robotarm

Vragenlijst beleving robotarm

Naam van het onderzoek: Beleving bij nabijheid robot

Onder verantwoordelijkheid van: Maikel van Zandbeek (a.vanzandbeek@student.fontys.nl)

Plaats en jaar: Fontys Hogescholen te Eindhoven, 2017

(Wordt ingevuld door onderzoeker) Uitgevoerd experiment:

(Wordt ingevuld door onderzoeker) Deelnemer nummer:

Instructies:

- Kruis bij elke stelling de cirkel aan die het meest overeenkomt met uw gevoel.

1 Hoe voelde u zich in de nabijheid van de robotarm?

	Vraag	Hele- maal mee oneens						Hele- maal mee eens
2	Ik voelde me veilig bij de robotarm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	De robot bewoog te snel om me prettig bij te voelen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	De robot kwam te dichtbij om me prettig bij te voelen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	Ik vertrouwde erop dat de robot mij geen pijn zou doen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6	Ik vertrouwde erop dat de robot mij niet zou raken	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Ik voelde me...							
7	Geïntimideerd	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8	Veilig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9	Prettig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10	Wantrouwig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11	Onrustig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12	Op mijn gemak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13	Verrast	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14	Rustig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15	Gespannen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16	Ontspannen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
17	Onprettig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18	Kalm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
19	Angstig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Bijlage 3 Instructies voor deelnemers

Geachte deelnemer, voor dit onderzoek wordt u gevraagd deel te nemen aan een experiment.

Het is van belang dat u de instructies zorgvuldig opvolgt en indien er onduidelijkheden zijn opheldering vraagt aan de onderzoeker. De onderzoeker zal eventuele vragen indien mogelijk beantwoorden. Verder willen wij u erop wijzen dat u te allen tijde uw medewerking aan de experimenten kunt stopzetten of opzeggen. Nu volgt de uitleg van het experiment. Zijn er nog vragen?

Experiment Robotarm:

In dit experiment wordt er gekeken naar de beweging van de robotarm.

Voor het eerste gedeelte wordt u verzocht op de stip te gaan staan en hierop te blijven staan. Als u klaar bent om te beginnen geeft u dit aan en zal de robotarm geactiveerd worden. U hoeft verder niks uit te voeren. Tijdens het experiment kan de robotarm in uw persoonlijke ruimte komen, de robotarm zal geen contact met u maken. Door onverwachte omstandigheden kan het zijn dat u in contact komt met de robotarm.

Als u klaar bent om te beginnen zegt u: Ik ben klaar. De onderzoeker zal daarna de robot starten. Zijn er nog vragen?

U heeft zojuist het experiment doorlopen. We zullen nu verder gaan met het invullen van de vragenlijst.

Vragenlijst:

U heeft net een vragenlijst ontvangen. Wij verzoeken u vriendelijk de vragenlijst in te vullen. Als u klaar bent kunt u de vragenlijst overhandigen aan de onderzoeker.

Als u vragen heeft over de vragenlijst leg deze vragen voor aan de onderzoeker, deze zal eventuele vragen indien mogelijk beantwoorden. Nadat u de vragenlijst heeft ingevuld bent u klaar met het onderzoek. Wij danken u alvast hartelijk voor uw medewerking. Zijn er nog vragen?

Bijlage 4 Analyseplan

De volgende stappen zijn gezet voor het doen van de analyses met betrekking tot de data.

4.1 Voorwerk

Er is gekeken of alle waardes zijn ingevuld in de vragenlijst. De enige vraag die daarbij niet is meegenomen is de open vraag. Niet iedereen had behoefte om deze in te vullen of gaan aan dat zijn emotie al beschreven was in de onderstaande lijst. Verder is er gekeken naar de mean, medium, en mode om te kijken of alle waardes correct zijn ingevuld.

```
FREQUENCIES VARIABLES=v2stelling v3stelling v4stelling v5stelling  
v6stelling v7emotie v8emotie  
v9emotie v10emotie v11emotie v12emotie v13emotie v14emotie v15emotie  
v16emotie v17emotie v18emotie  
v19emotie  
/NTILES=4  
/STATISTICS=STDDEV VARIANCE RANGE MEAN MEDIAN MODE SUM  
/ORDER=ANALYSIS.
```

```
RECODE v3stelling v4stelling (1=7) (2=6) (3=5) (4=4) (5=3) (6=2) (7=1) INTO  
v3stellingrc v4stellingrc.
```

Enkele items die gesteld zijn waren negatief geformuleerd. Dit waren item v3stelling en v4stelling. Deze zijn her-gecodeerd om naar een positieve formulering. Ook zijn vele items negatieve emoties. De verwachting is dat deze negatieve en positieve emoties beide aparte schalen zijn. Dit is iets wat ook naar voren kwam uit de Godspeed. De negatieve emotie items zullen dus niet her-gecodeerd worden.

De stellingen zijn verder ook als een schaal genomen. Ze gaan namelijk niet om emoties, maar om algemene stellingen. Op uitzondering van de eerste stelling na, deze wordt verder wel meegenomen.

4.2 Betrouwbaarheid

Hierna is de betrouwbaarheid per schaal berekend. Er zijn drie schalen naar voren gekomen die voor het gemak als volgend worden genoemd: stelling, positief, negatief. Waarbij positief en negatief voor de betreffende emoties staan.

4.2.1 Stelling

Stelling Cronbach's $\alpha = .830$. De schaal is betrouwbaar. Er bestaat de mogelijkheid om enkele items te verwijderen om een hogere betrouwbaarheid te behalen. Dit zijn item v3stellingrc en v4stellingrc. Als er gekeken worden in hoeverre dit de betrouwbaarheid bevordert, blijkt dit niet de moeite waard te zijn. De verhoging is maar minimaal.

```
RELIABILITY  
/VARIABLES=v2stelling v3stellingrc v4stellingrc v5stelling v6stelling  
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL  
/MODEL=ALPHA  
/STATISTICS=CORR COV  
/SUMMARY=TOTAL MEANS VARIANCE.
```

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.830	.833	5

Inter-Item Correlation Matrix

	Ik voelde me veilig bij de robotarm	v3stellingrc	v4stellingrc	Ik vertrouwde erop dat de robot mij geen pijn zou doen	Ik vertrouwde erop dat de robot mij niet zou raken
Ik voelde me veilig bij de robotarm	1.000	.534	.400	.601	.586
v3stellingrc	.534	1.000	.282	.358	.384
v4stellingrc	.400	.282	1.000	.449	.445
Ik vertrouwde erop dat de robot mij geen pijn zou doen	.601	.358	.449	1.000	.961
Ik vertrouwde erop dat de robot mij niet zou raken	.586	.384	.445	.961	1.000

4.2.2 Positief

Positief Cronbach's $\alpha = .915$. De schaal is betrouwbaar. Er gekozen om het item verrast weg te halen om de betrouwbaarheid te verhogen. Dit omdat het een groot genoeg verandering is. Verder is verrast niet duidelijk gedefinieerd in de vragenlijst.

RELIABILITY

```

/VARIABLES=v8emotie v9emotie v12emotie v13emotie v14emotie v16emotie
v18emotie
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA
/STATISTICS=CORR COV
/SUMMARY=TOTAL MEANS VARIANCE.

```

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.816	.834	7

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
veilig	24.94	51.469	.673	.605	.775
prettig	25.47	47.622	.783	.709	.753
op mijn gemak	25.63	46.931	.750	.691	.756
verrast	25.64	69.895	-.188	.132	.915
rustig	25.39	48.667	.772	.760	.757
ontspannen	25.82	47.271	.696	.632	.765
kalm	25.77	46.181	.716	.635	.761

4.2.3 Negatief

Negatief Cronbach's $\alpha = .887$. De schaal is betrouwbaar. Er gekozen om het item verrast weg te halen om de betrouwbaarheid te verhogen. Dit omdat het een groot genoeg verandering is. Verder is verrast niet duidelijk gedefinieerd in de vragenlijst.

RELIABILITY

```

/VARIABLES=v7emotie v10emotie v11emotie v13emotie v15emotie v17emotie
v19emotie
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA
/STATISTICS=CORR COV
/SUMMARY=TOTAL MEANS VARIANCE.

```

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.841	.852	7

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Ik voelde me geïntimideerd	17.82	52.260	.569	.359	.823
wantrouwig	17.01	46.393	.742	.596	.795
onrustig	17.27	49.996	.638	.435	.813
verrast	15.72	55.956	.207	.124	.887
gespannen	16.43	45.776	.705	.541	.800
onprettig	17.12	48.738	.668	.637	.808
angstig	17.76	47.602	.770	.674	.794

4.3 Samenvoegen

Hierna zijn de schalen samengevoegd:

- v2stelling,v3stellingrc,v4stellingrc, v5stelling, v6stelling naar stelling.
- v8emotie, v9emotie, v12emotie, v14emotie, v16emotie, v18emotie naar positief
- v7emotie, v10emotie, v11emotie, v15emotie, v17emotie, v19emotie naar negatief.

Ook hier is verrast weggelaten vanwege het feit dat er geen duidelijkheid is waar bij precies bij kan horen.

```
COMPUTE stelling=mean.4(v2stelling,v3stellingrc,v4stellingrc, v5stelling,
v6stelling).
EXECUTE.
```

```
COMPUTE positief=mean.4(v8emotie, v9emotie, v12emotie, v14emotie,
v16emotie, v18emotie).
EXECUTE.
```

```
COMPUTE negatief = mean.5(v7emotie, v10emotie, v11emotie, v15emotie,
v17emotie, v19emotie).
EXECUTE.
```

4.4 Controleren normaalverdeling

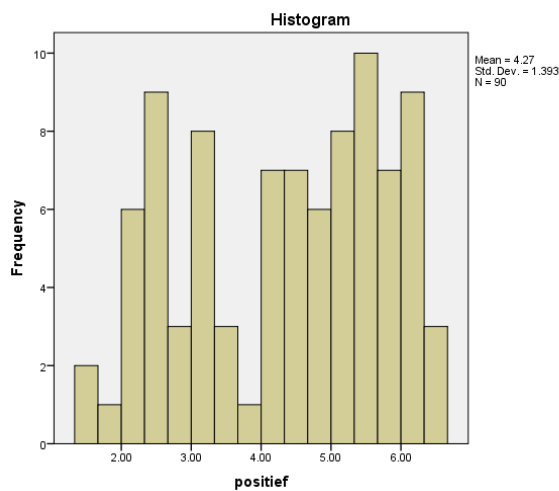
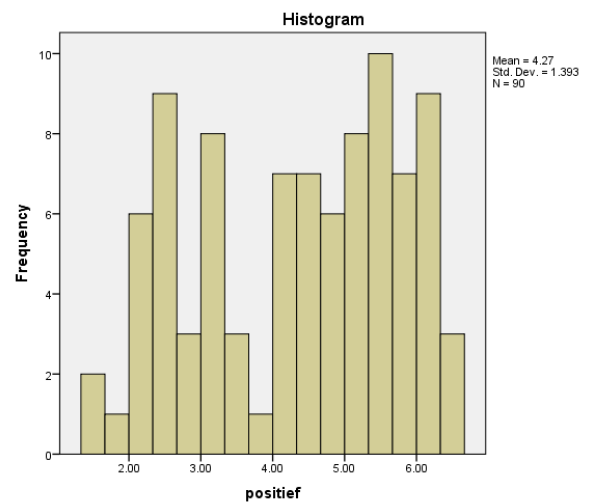
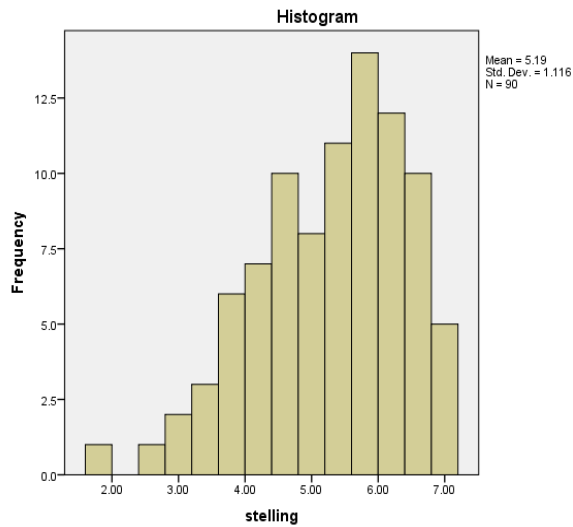
Er is daarna gekeken of de schalen normaal verdeeld zijn. Uit de histogrammen blijkt dat ze allemaal niet normaal verdeeld zijn. Als er gekeken wordt naar de Shapiro-Wilk blijkt dat de significantie van alle drie lager dan .05 is wat aangeeft dat ze niet normaal verdeeld zijn.

```
EXAMINE VARIABLES=stelling positief negatief
/ID=ID
/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT
/COMPARE VARIABLES
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.
```

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
stelling	.099	90	.031	.964	90	.014
positief	.120	90	.003	.936	90	.000
negatief	.175	90	.000	.899	90	.000

a. Lilliefors Significance Correction



4.5 Beschrijven waardes

Voor de eerste deelvraag is gekozen om de waardes te beschrijven die gevonden zijn. Hier zal gericht worden do de verschillende experimenten en emoties naast elkaar te zetten. Bijvoorbeeld: welke emotie springt uit als het gaat om experiment 1 (snelheid), groep 1 (langzaam).

Verder wordt er onderscheid gemaakt tussen 4 groepen bij de variabele groep. Groep 1 en 2 behoren tot experiment 1, en groep 3 en 4 behoren tot experiment 2.

4.5.1 Experiment 1, Groep 1

Als het gaat om dit experiment bij positieve emotie blijkt dat veilig het hoogst scoort ($M = 5.40$) en kalm & op mijn gemak het laagst ($M = 4.40$). Bij de negatieve emotie is gespannen het hoogst ($M = 2.80$) en angstig ($M = 1.52$) het laagst.

```
USE ALL.
COMPUTE filter_$=(Experiment = 1 & Groep = 1).
VARIABLE LABELS filter_$ 'Experiment = 1 & Groep = 1 (FILTER)'.
VALUE LABELS filter_$ 0 'Not Selected' 1 'Selected'.
FORMATS filter_$ (f1.0).
FILTER BY filter_$.
```

EXECUTE.

```
DESCRIPTIVES VARIABLES=v8emotie v9emotie v10emotie v11emotie v12emotie
v13emotie v14emotie
    v15emotie v16emotie v17emotie v18emotie v19emotie
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.
```

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
veilig	25	4	7	5.40	.866
prettig	25	2	7	4.92	1.152
wantrouwig	25	1	7	2.52	1.584
onrustig	25	1	6	2.52	1.418
op mijn gemak	25	2	7	4.40	1.354
verrast	25	1	7	4.44	2.123
rustig	25	2	7	4.76	1.052
gespannen	25	1	6	2.80	1.500
ontspannen	25	2	7	4.24	1.535
onprettig	25	1	6	2.32	1.314
kalm	25	1	7	4.40	2.021
angstig	25	1	5	1.52	1.122
Valid N (listwise)	25				

4.5.2 Experiment 1, Groep 2

Als het gaat om dit experiment bij positieve emotie blijkt dat veilig het hoogst scoort ($M = 4.40$) en kalm het laagst ($M = 3.12$). Bij de negatieve emotie is gespannen het hoogst ($M = 3.84$) en angstig ($M = 2.32$) het laagst.

```
USE ALL.
COMPUTE filter_$=(Experiment = 1 & Groep = 2).
VARIABLE LABELS filter_$ 'Experiment = 1 & Groep = 1 (FILTER)'.
VALUE LABELS filter_$ 0 'Not Selected' 1 'Selected'.
FORMATS filter_$ (f1.0).
FILTER BY filter_$.
EXECUTE.
```

```
DESCRIPTIVES VARIABLES=v8emotie v9emotie v10emotie v11emotie v12emotie
v13emotie v14emotie
    v15emotie v16emotie v17emotie v18emotie v19emotie
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.
```

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
veilig	25	1	7	4.40	1.607
prettig	25	1	6	3.32	1.547
wantrouwig	25	1	6	2.68	1.725
onrustig	25	1	6	2.88	1.641
op mijn gemak	25	1	6	3.12	1.764
verrast	25	1	7	4.24	1.739
rustig	25	1	7	3.64	1.890
gespannen	25	1	7	3.84	1.772
ontspannen	25	1	6	3.52	1.851
onprettig	25	1	6	3.12	1.590
kalm	25	1	7	3.24	1.809
angstig	25	1	6	2.32	1.492
Valid N (listwise)	25				

4.5.3 Experiment 2, Groep 1

Als het gaat om dit experiment bij positieve emotie blijkt dat op mijn gemak het hoogst scoort (M = 5.60) en kalm het laagst (M = 5.00). Bij de negatieve emotie is gespannen het hoogst (M = 2.55) en angstig (M=1.55) het laagst.

```
USE ALL.
COMPUTE filter_$(Experiment = 2 & Groep = 3).
VARIABLE LABELS filter_$ 'Experiment = 1 & Groep = 1 (FILTER)'.
VALUE LABELS filter_$ 0 'Not Selected' 1 'Selected'.
FORMATS filter_$ (f1.0).
FILTER BY filter_$.
EXECUTE.
```

```
DESCRIPTIVES VARIABLES=v8emotie v9emotie v10emotie v11emotie v12emotie
v13emotie v14emotie
v15emotie v16emotie v17emotie v18emotie v19emotie
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.
```

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
veilig	20	1	7	5.40	1.231
prettig	20	1	7	5.30	1.380
wantrouwig	20	1	4	2.30	.979
onrustig	20	1	2	1.65	.489
op mijn gemak	20	3	7	5.60	1.046
verrast	20	1	7	3.75	2.099
rustig	20	2	7	5.35	.988
gespannen	20	1	6	2.55	1.395
ontspannen	20	2	7	5.20	1.399
onprettig	20	1	3	1.85	.587
kalm	20	2	7	5.00	1.376
angstig	20	1	3	1.55	.686
Valid N (listwise)	20				

4.5.4 Experiment 2, Groep 2

Als het gaat om dit experiment bij positieve emotie blijkt dat veilig het hoogst scoort ($M = 4.10$) en ontspannen het laagst ($M = 2.90$). Bij de negatieve emotie is gespannen het hoogst ($M = 4.55$) en angstig ($M=3.10$) het laagst.

```
USE ALL.
COMPUTE filter_$=(Experiment = 2 & Groep = 4).
VARIABLE LABELS filter_$ 'Experiment = 1 & Groep = 1 (FILTER)'.
VALUE LABELS filter_$ 0 'Not Selected' 1 'Selected'.
FORMATS filter_$ (f1.0).
FILTER BY filter_$.
EXECUTE.

DESCRIPTIVES VARIABLES=v8emotie v9emotie v10emotie v11emotie v12emotie
v13emotie v14emotie
      v15emotie v16emotie v17emotie v18emotie v19emotie
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.
```

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
veilig	20	2	7	4.10	1.586
prettig	20	2	6	3.80	1.542
wantrouwig	20	2	7	4.00	1.686
onrustig	20	1	6	3.25	1.650
op mijn gemak	20	1	7	3.65	1.599
verrast	20	1	7	4.00	1.806
rustig	20	2	6	3.90	1.410
gespannen	20	1	7	4.55	1.701
ontspannen	20	1	7	2.90	1.586
onprettig	20	1	7	3.65	1.872
kalm	20	2	7	3.50	1.573
angstig	20	1	7	3.10	1.917
Valid N (listwise)	20				

4.6 Heeft snelheid invloed op de positieve/negatieve emoties en stellingen?

Voor het beantwoorden van deze vraag zal gebruik gemaakt worden van de one way between groups ANOVA. Hiervoor moeten aan vier eisen voldaan worden. De eerste twee, meetschaal en onafhankelijkheid worden al voldaan. Aan de eis normaliteit wordt niet voldaan, maar de ANOVA kan hier goed mee overweg. Er wordt dus indirect wel voldaan aan deze eis. Als het gaat om de homogeniteit van variantie wordt er bij de stellingen niet aan voldaan. $F(1,49) = 2.755$, $p = .103$. Toch kan de ANOVA hiermee overweg. De groep is namelijk van gelijke grootte.

Er kan jammer genoeg geen post-hoc test uitgevoerd worden omdat er minder als drie groepen zijn. Toch kunnen uit de test gegevens uitgehaald worden. De snelheid is significant als het gaat om stelling ($p = .004$), positief ($p = 0.003$), en negatief ($p = .045$).

```
USE ALL.
COMPUTE filter_$=(Experiment = 1).
VARIABLE LABELS filter_$ 'Experiment = 1 (FILTER)'.
VALUE LABELS filter_$ 0 'Not Selected' 1 'Selected'.
```

```

FORMATS filter_$ (f1.0).
FILTER BY filter_$.
EXECUTE.
ONEWAY stelling positief negatief BY Groep
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).

```

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
stelling	2.755	1	48	.103
positief	7.851	1	48	.007
negatief	5.306	1	48	.026

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
stelling	Between Groups	9.505	1	9.505	9.233	.004
	Within Groups	49.414	48	1.029		
	Total	58.919	49			
positief	Between Groups	16.436	1	16.436	9.623	.003
	Within Groups	81.978	48	1.708		
	Total	98.413	49			
negatief	Between Groups	5.780	1	5.780	4.247	.045
	Within Groups	65.333	48	1.361		
	Total	71.113	49			

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic ^a	df1	df2	Sig.
stelling	Welch	9.233	1	43.758	.004
	Brown-Forsythe	9.233	1	43.758	.004
positief	Welch	9.623	1	41.977	.003
	Brown-Forsythe	9.623	1	41.977	.003
negatief	Welch	4.247	1	42.720	.045
	Brown-Forsythe	4.247	1	42.720	.045

a. Asymptotically F distributed.

4.7 Heeft afstand invloed op de positieve/negatieve emoties en stellingen?

Voor het beantwoorden van deze vraag zal gebruik gemaakt worden van de one way between groups ANOVA. Hiervoor moeten aan vier eisen voldaan worden. De eerste twee, meetschaal en onafhankelijkheid worden al voldaan. Aan de eis normaliteit wordt niet voldaan, maar de ANOVA kan hier goed mee overweg. Er wordt dus indirect wel voldaan aan deze eis. Als het gaat om de homogeniteit van variantie wordt er bij de stellingen niet aan voldaan. $F(1,38) = 2.700$, $p = .109$. Toch kan de ANOVA hiermee overweg. De groep is namelijk van gelijke grootte.

Er kan jammer genoeg geen post-hoc test uitgevoerd worden omdat er minder als drie groepen zijn. Toch kunnen uit de test gegevens uitgehaald worden. De afstand is significant als het gaat om stelling ($p < .001$), positief ($p < 0.001$), en negatief ($p < .001$).

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
stelling	2.700	1	38	.109
positief	18.955	1	38	.000
negatief	28.729	1	38	.000

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
stelling	Between Groups	24.649	1	24.649	34.307	.000
	Within Groups	27.302	38	.718		
	Total	51.951	39			
positief	Between Groups	27.778	1	27.778	24.156	.000
	Within Groups	43.697	38	1.150		
	Total	71.475	39			
negatief	Between Groups	25.867	1	25.867	24.126	.000
	Within Groups	40.743	38	1.072		
	Total	66.610	39			

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic ^a	df1	df2	Sig.
stelling	Welch	34.307	1	32.744	.000
	Brown-Forsythe	34.307	1	32.744	.000
positief	Welch	24.156	1	26.134	.000
	Brown-Forsythe	24.156	1	26.134	.000
negatief	Welch	24.126	1	23.676	.000
	Brown-Forsythe	24.126	1	23.676	.000

a. Asymptotically F distributed.

Bijlage 5 Antwoorden op open vraag

Tabel 1

Antwoorden op de vraag: hoe voelde u zich in nabijheid van de robotarm?

Experiment	Groep	Hoe voelde u zich in de nabijheid van de robotarm?
1	1	Eerste verwachting vol nabijheid is nog ver weg
1	1	Ik vond het spannend omdat ik niet wist wat ik kon verwachten
1	1	Prima
1	1	Nieuwsgierigheid
1	1	Net zoals anders
1	1	
1	1	Veilig, ik ken de grenzen
1	1	Lichte verwachting
1	1	Jofel
1	1	Geïnteresseerd
1	1	Prima
1	1	Gewoon
1	1	Ik wist niet wat ik kon verwachten
1	1	Uitgedaagd maar positief
1	1	Gewoon zoals ik me altijd voel
1	1	Veilig
1	1	Ontspannen
1	1	Lichte druk
1	1	Depressief
1	1	Lichtelijk benadeeld
1	1	
1	1	Vol verwachting
1	1	Als een klein kind
1	1	Ontevreden
1	1	Onderzoekend
1	2	Niet zo op mijn gemak
1	2	Alert maar niet gespannen
1	2	Veilig, hij bleef op redelijke afstand + is al veilig
1	2	Normaal
1	2	Prima, nieuwsgierig wat deze zou gaan doen/uitvoeren
1	2	Een beetje bang
1	2	Opgewekt
1	2	
1	2	Zeer ongemakkelijk
1	2	Beetje misselijk, kan ook eten zijn
1	2	Normaal
1	2	Gecharmeerd

1	2	Goed
1	2	Prima
1	2	
1	2	Zoals altijd
1	2	Goed
1	2	Ik wist niet wat ik kon verwachten
1	2	
1	2	Prima, ik werk er zelf mee
1	2	Aangenaam
1	2	
1	2	Geschrokken!
1	2	
1	2	Licht gespannen
2	3	Veilige spanning / positieve anticipatie
2	3	Comfortabel
2	3	Vertrouwen kwam later
2	3	Normaal / Goed
2	3	Onverwachtheid
2	3	Grappig
2	3	Opgelucht
2	3	Normaal
2	3	Gewoon
2	3	Goed
2	3	Positief
2	3	Positief
2	3	Anticipatie
2	3	Positief gespannen
2	3	Goed
2	3	
2	3	Goed
2	3	Nadenkend over de mogelijkheden
2	3	Vol verwachting
2	3	Goede verwachting
2	4	Interesseerd
2	4	
2	4	Ik weet wat er fout kan gaan dus niet goed
2	4	Aangename anticipatie
2	4	Bang maarmet afwachting
2	4	Niks
2	4	Niks
2	4	Afwachtend
2	4	

2	4	Nieuwsgierig
2	4	Niks apart
2	4	Afwachting
2	4	Onduidelijk
2	4	Leuk
2	4	Gemakkelijk
2	4	Lichtjes afwachtend
2	4	
2	4	Ongemakkelijk
2	4	Veilig
2	4	Niet anders dan normaal

Bijlage 6 Ethische verantwoording

Tijdens dit zijn er op de onderstaande punten ethisch gehandeld. Hieronder bevindt zich het zoeken van informatie, het waarborgen van de veiligheid en anonimiteit, en het in acht nemen het doel van het onderzoek.

Het zoeken van informatie voor dit onderzoek is lastig. Het bevindt zich in een zone tussen technologie en psychologie in. Dit heeft onder andere voor verwarring van termen gezorgd omdat beide disciplines een andere betekenis hanteren voor hetzelfde woord. Door middel van de bronnen die gevonden zijn te vergelijken met andere bronnen uit dezelfde discipline ontstaat er duidelijkheid over de gebruikte termen. Om een voorbeeld te noemen, het woord comfort heeft betrekking

Om de anonimiteit van de deelnemers te waarborgen is niet gevraagd naar persoonlijke gegevens zoals leeftijd, naam, achtergrond en andere gegevens. De reden hiervoor is omdat de doelgroep al afgebakend was door te kiezen voor medewerkers en studenten van Fontys Hogescholen Engineering. Dit betekent dat alle deelnemers onderdeel zijn van een vaste populatie waardoor veel gegevens niet gevraagd hoeven te worden.

De deelnemers zijn geïnformeerd aan het begin van het experiment wat het experiment inhoudt. Hierbij is expliciet erbij verteld dat tijdens het experiment fysiek contact kan voorkomen. De verwachting was dat dit niet zou gebeuren en is uiteindelijk niet gebeurd. Er is overduidelijk aangegeven voor en tijdens deelname dat te allen tijde de deelnemer zijn deelname mag en kan stopzetten. Besluit de deelnemer dit te doen dan zal de deelnemer bedankt worden voor zijn tijd en is hij vrij om te gaan.

Verder is elke stap duidelijk en mondeling uitgelegd en is na het uitleggen van elke stap aan de deelnemer gevraagd of hij nog vragen heeft over dit gedeelte.

Aangezien het onderzoek een kans had op fysiek contact is overlegd met de opdrachtgever, en de beheerder van de robot aan welke voorwaarden er voldaan moeten worden om een veilig experiment op te zetten. Hierbij is er wel voor gekozen om over de ISO-norm heen te gaan door de snelheid hoger te zetten dan toegestaan is. Dit is opgevangen door de afstand tussen deelnemer en robot groter te maken zodat er een grotere veiligheidszone is. Dit kan bij enkele deelnemers ongemak veroorzaken, maar dat is een gegeven die de onderzoekers graag willen weten.

Verder is elke stap van het experiment zoals uitgevoerd duidelijk beschreven en is het programma dat gebruikt wordt ter beschikking voor de vervolgonderzoeker. In dit programma staan de coördinaten, de afstand, snelheid en andere variabelen die de robot nodig heeft om zijn taken goed uit te voeren.

Er is geprobeerd ethisch te handelen tijdens elke stap van het onderzoek door rekening te houden met de wensen en eisen van de belanghebbenden, wetgeving, normen, en omgevingsfactoren. Er zijn hier en daar enkele concessies gemaakt om het onderzoek naar voldoende mate uit te voeren, maar voorop stond altijd wel de veiligheid en anonimiteit van de deelnemers. Dit was een persoonlijke wens van de onderzoeker.