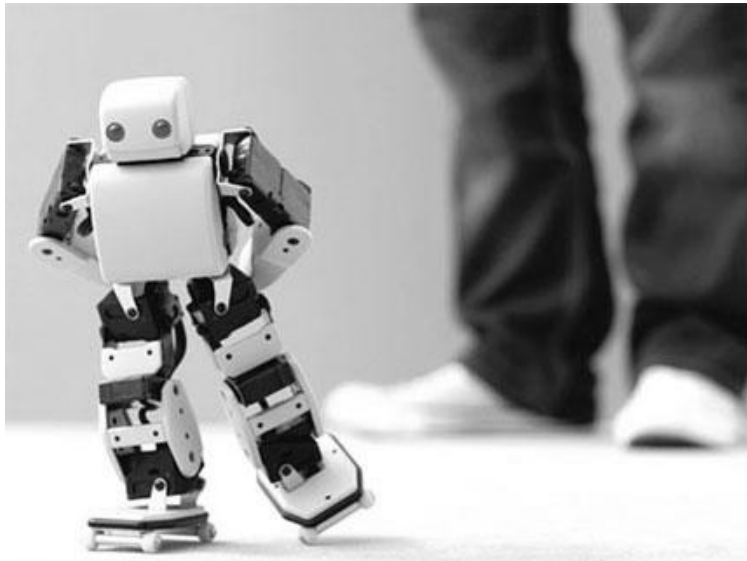


Bacheloropdracht:

Interactie tussen mens en robot: Hoe interpreteren we bewegingen?



Onderzoeksverslag

December 2011

Universiteit Twente

Faculteit der Gedragwetenschappen

Opleiding Psychologie

Begeleidende docent:

Dr. Matthijs Noordzij

Tweede begeleidende docent:

Dr. Martin Schmettow

Interactie tussen mens en robot: Hoe interpreteren we bewegingen?

Abstract – Steeds meer robots vinden hun plaats in het dagelijks leven van mensen. Het is dan ook van groeiend belang om verschillende manieren van interactie en gevoelens te onderzoeken van menselijke interactie met deze apparaten. Een prettige interactie met een robot is belangrijk voor een stabiele en goede relatie tussen mens en robot. Uit onderzoek blijkt dat mensen bewegingen observeren om zo een uitspraak te kunnen doen over de fysieke, mentale en emotionele staat van zijn van bijvoorbeeld dieren en robots. In het veld van Human Robot Interaction is het van belang bewegingen correct te programmeren, om zo bepaalde gevoelens op te roepen bij mensen. In het huidige onderzoek wordt voortgebouwd op eerdere studies en wordt er gekeken of de mate van interactie verschil maakt in de affectieve interpretatie van de bewegingen van een robot. Behalve kwantitatieve data, wordt er ook kwalitatieve en fysiologische data verzameld. Zodoende ontstaat er een rijke datapool waar factoren met elkaar vergeleken kunnen worden en krijgt de literatuur een grotere basis voor het in context plaatsen van hun bevindingen. Dit onderzoek laat zien dat het voor proefpersonen niet uitmaakt of zij een robot observeren of daadwerkelijk interactie hebben met de robot als gekeken wordt naar de affectieve reactie. Ook is de arousal niet van invloed is op de affectieve interpretatie in de huidige studie. De vrije interpretatie, gerapporteerd door de proefpersonen, van de bewegingen die de robot uitvoert blijkt hoofdzakelijk objectief en beschrijvend van aard en vertonen hiermee discrepantie met de data van de kwantitatieve vragenlijst voor affectiviteit. De gevonden, kwantitatieve resultaten zijn vergelijkbaar met die gevonden in ander onderzoek binnen de Human Robot Interaction.

1. INLEIDING

Robots kunnen veel betekenen voor de mensheid. Gevaarlijk werk kan worden overgenomen, zoals het zoeken naar overlevenden na een aardbeving. De productiesnelheid en effectiviteit op de werkvloer kan worden verbeterd. Het uitvoeren van zwaar werk in een zorgomgevingen, zoals het uit het bed tillen van patiënten, wordt al reeds verlicht door middel van robots.

Het gebied van robotica ontwikkeld snel en robots worden op steeds meer plaatsen en manieren ingezet. Zo zijn er militaire robots ontwikkeld voor verkenningsmissies, zoals de Foster-Miller Talon Swords (Crane, 2005). Robots met een meer humanoïd uiterlijk worden ingezet bij reddingsoperaties, zoals de Bear Militaire Reddingsrobot (VECNA's Battlefield Extraction-Assist Robot Bear, 2007). Op commercieel gebied bestaat er onder andere de geavanceerde humanoïde robot ASIMO, een product van Honda (Honda Worldwide: ASIMO). Sony beschikt over de AIBO gezelschapsrobot, Philips het iCat research platform en iRobot de Roomba stofzuiger. Er is een grote verzameling aan unieke robots op de markt, ieder met hun eigen functies, uiterlijk, bewegingen en specialiteiten. Sommige robots zijn specifiek ontwikkeld voor het gebruik in onderzoek naar Human Robot Interaction (HRI) zoals de iCat. Anderen worden gebruikt voor onderzoek naar HRI, maar zijn hier niet specifiek voor ontwikkeld, zoals bijvoorbeeld de Roomba stofzuiger robot.

Onderzoek naar robotica, specifiek het onderzoeksveld naar HRI, is erg breed. Zo blijkt uit onderzoek dat bepaalde verhoudingen in het gezicht van een robot van groot belang zijn in het herkennen van de menselijkheid van deze robot (DiSalvo, Gemperle, Forlizzi, & Kiesler, 2002) en wordt er onderzocht wat het effect is van een humoristische robot (Wendt & Berg, 2009). Verder kan de manier van interactie effect hebben op de interpretatie van individualiteit van een robot (Haruaki & Kazuhiro, 2010). Ondanks de diversiteit in type onderzoeken, is er een aspect dat vaak terugkomt in de onderzoeken naar HRI, namelijk het concept affectiviteit. Het is daardoor van belang wat dieper in te gaan op dit concept binnen de HRI. Wat houdt dit concept in, hoe wordt het gemeten en wat wordt er in de huidige studie mee gedaan?

2. EMOTIONELE THEORIEËN EN MODELLEN

De interactie tussen mens en robot roept zowel bewust als onbewust affectieve, emotionele reacties op bij mensen. Om dit op een correcte wijze te analyseren, is het van belang gebruik te maken van de juiste modellen en theorieën van emotie. In dit stuk van het artikel wordt een selectie gemaakt in de veelvoud aan modellen en theorieën die er bestaan, om vervolgens wat dieper op deze selectie in te gaan. Ook wordt kort beschreven welke aanpak onderzoekers op het moment hebben om emotionele reacties binnen HRI te classificeren.

In het boek ‘What is a Mind’ (Cunningham, 2000) beschrijft Suzanne Cunningham een veelvoud aan theorieën over gedrag en emotie, die vervolgens filosofisch worden geanalyseerd. Een van die theorieën over emotie is die van René Descartes. Hij beschrijft emoties als een mentale staat die de mens ondergaat, zonder een actieve verwerking van deze mentale toestanden of emoties. De mens ondergaat deze mentale toestanden, maar heeft hier geen invloed op.

In het veld van gedragspsychologie zijn er extremere standpunten met betrekking tot emoties. Zo stelt Burrhus Frederic Skinner dat emoties fictieve oorzaken zijn waar de mens gedrag mee probeert te verklaren en dat emoties dus niet bestaan. Minder extreem is het standpunt van John Broadus Watson, welke stelt dat alles wat wij te weten komen over emotie verkregen moet worden uit observeerbaar gedrag en dat er geen plaats is voor introspectie binnen de objectieve wetenschap.

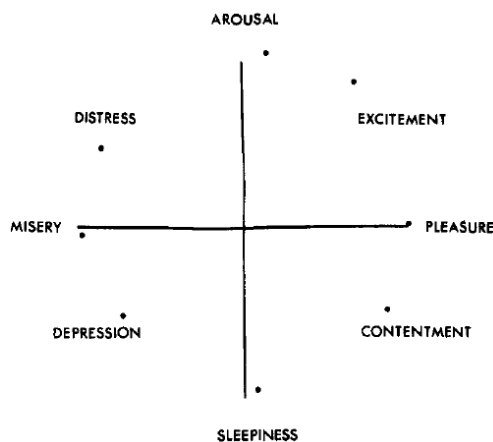
Al vroeg in de 20^{ste} eeuw stelde William Marston dat de gangbare beschrijvingen van emoties, zoals woede en angst, de lading niet dekte en simpelweg inadequaat waren (Marston, 1927). Marston stelde voor emotionele responsen in vier categorieën in te delen, ieder met toetsbare, psychoneurale karakteristieken. Naar zijn mening moesten deze categorieën ‘*Dominance, Compliance, Submission and Inducement*’ zijn, vrij vertaald dominantie, overeenstemming, onderwerping en aansporing.

In recenter onderzoek stellen Pollick et al. (Pollick, Paterson, Bruderlin, & Sanford, 2001) een tweedimensionaal psychologisch model voor om emotionele ervaringen te geven

classificeren. De twee dimensies die worden voorgesteld zijn ‘activation and pleasantness’, respectievelijk activatie en aangenaamheid.

Russel bouwt voort op dit concept van Pollick en kwam in zijn onderzoek tot de vergelijkbare dimensies van ‘arousal’ en ‘pleasure’. Deze dimensies worden vervolgens verdeeld op een circulaire manier (Jonathan, Russel, & Peterson, 2005), zoals te zien is in Figuur 1. Hij stelt voor om emoties op een dergelijke circulaire manier in te delen, omdat naar eigen zeggen de theorieën van emotie niet langer adequaat zijn. Het probleem is namelijk, volgens de schrijvers, dat meerdere essentiële aspecten van de emotionele theorieën niet zijn gevalideerd en/of geïdentificeerd. Zo is de neurale basis voor de basis emoties niet gevalideerd, zijn perifere fysiologische correlaties voor de basis emoties niet vastgesteld en zijn er nog geen specifieke gezichtsuitdrukkingen geïdentificeerd die corresponderen met elke emotie. Het multidimensionale model dat Russel uitwerkt in zijn artikel, vindt zijn oorsprong in onderzoek naar de subjectieve en experimentele componenten van emotie. Dit in tegenstelling tot het onderzoek naar de basis emoties, die zich vooral richt op specifieke emoties en het onderliggende neurale systeem.

Het multidimensionale circulaire model voorgesteld door Russel is niet alleen een andere kijk op het concept van emotie, tevens is het voorgestelde model consistent met gevonden resultaten in studies naar gedrag, de cognitieve neurowetenschap en ontwikkelingsstudies met betrekking tot affect.



Figuur 1. De circulaire verdeling van emotionele perceptie

3. ONDERZOEK IN HRI EN HET ACTOR-OBSERVER EFFECT

Variatie in interactie tussen mens en robot kan van invloed zijn op het geobserveerde affect van deze robot. Dit laten Haruaki en Kazuhiro zien (Haruaki & Kazuhiro, 2010) in hun studie naar de relatie tussen de rol die de proefpersoon vervult (bestuurder of observeerder) en de affectieve interpretatie van de bewegingen uitgevoerd door een robot. De onderzoekers kijken specifiek naar de ‘dierlijkheid’ van de robots. Er werd in dit onderzoek geen hoofdeffect gevonden van de rol van de proefpersoon op de gerapporteerde respons, wel werd er verschil gevonden tussen de observeerder en de bestuurder in termen van de affectieve interpretatie van specifieke type bewegingen. Deze specifieke bewegingen waren de controle beweging, waarbij de robot bewoog met 10 cm/s, en twee condities waar af en toe de snelheid van de robot werd veranderd volgens specifieke formules. Het advies dat Haruaki en Kazuhiro geven is dat er gekeken moet worden naar de interactie tussen mens en robot en het soort beweging dat de robot vertoont. Hoewel zij de tweedeling in de rol die de proefpersoon vervulde niet als zijnde het actor-observer effect (AOE) typeren, is dit er wel een variatie op.

Een duidelijker voorbeeld van het AOE is het onderzoek van van Larsson (Larsson, Vastfjall, & Kleiner, 2001). Hier werd gekeken naar de relatie tussen de verschillende mate van interactie en de interpretatie van een virtual reality (VR) presentatie. Uit het onderzoek bleek dat het verschil tussen een observerende en interactieve rol zich uit in een hoger geobserveerd realisme en aanwezigheid (‘presence’) voor de proefpersonen in de interactieve rol. Deze mate van interactie had ook als gevolg dat de proefpersonen in de interactieve rol de VR presentatie leuker en fascinerender vonden dan de observeerders. Uit deze blijkt dat een variatie in interactie een duidelijk verschil kan maken in de interpretatie van een identieke stimulus.

Het AOE beperkt zich niet alleen tot het interpreteren van een virtuele variabele, of de interpretatie van bewegingspatronen (Haruaki & Kazuhiro, 2010). Het AOE is ook van invloed bij bijvoorbeeld sociale interacties tussen mensen, zo blijkt uit een studie van Knight en Vallacher (Knight & Vallacher, 1981). In deze studie werd onderzocht hoe het AOE van invloed was op de sociale perceptie van mensen. De mate van interactie tussen een proefpersoon en een acteur werd gevarieerd en de perceptie die de proefpersonen hadden van deze acteur werd

geanalyseerd. De mate van interactie varieerde van het observeren van een video opname van de acteur, tot daadwerkelijke interactie met de acteur. Het bleek dat de observeerders het positieve gedrag van de acteur als een persoonlijkheidstrek zagen en negatief gedrag als situationeel. Bij de proefpersonen die interactie hadden met de acteur was deze attributie andersom. Het blijkt dus dat een variatie in interactie tussen mensen van invloed is op niet alleen de interpretatie van een virtuele stimulus (Larsson, Vastfjall, & Kleiner, 2001), maar ook op de interpretatie van identiek sociaal gedrag.

4. DE TOTSTANDKOMING VAN HET HUIDIGE ONDERZOEK

Een variatie in interactie kan leiden tot een verschil in interpretatie van een identieke variabele. Dit is te zien in de eerder genoemde onderzoek van Haruaki en Kazuhiro naar de ‘dierlijkheid’ van robots, het onderzoek van Larsson naar de interpretatie van een VR presentatie en ook het onderzoek van Knight en Vallacher naar de interpretatie van sociale perceptie van mensen. Dit fenomeen, dat een identieke variabele anders wordt geïnterpreteerd als de mate van interactie veranderd, wordt in het huidige onderzoek gecombineerd met het onderzoek van Saerbeck en Bartneck (Saerbeck & Bartneck, 2010).

In het onderzoek van Saerbeck en Bartneck werd de relatie onderzocht tussen de bewegings karakteristieken van een robot en het geobserveerde affect gerapporteerd door proefpersonen. Bewegingspatronen van twee verschillende robots werden systematisch gevarieerd om vervolgens te analyseren wat de invloed hiervan was op het door de proefpersonen geobserveerde affect. Er bleek een significant effect te zijn van de bewegingspatronen op het geobserveerde affect. De twee robots die gebruikt werden in het onderzoek waren het iCat Research Platform van Philips en de Roomba stofzuiger van iRobot. Er bleek tussen de twee belichamingen geen significant verschil te zitten met betrekking tot de affectieve reactie, ondanks de zeer verschillende fysieke setup.

Het huidige onderzoek zal het experiment van Saerbeck en Bartneck proberen te herhalen (met het gebruik van een andere robot), met als extra variabele dat er twee condities zijn voor interactie. In de ene conditie zal de proefpersoon de robot observeren, in de andere conditie zal

de proefpersoon moeten interacteren met de robot om de bewegingspatronen van de robot te initiëren. De bewegingspatronen zullen tot stand komen aan de hand van het onderzoek van Saerbeck en Bartneck en zullen in beide condities gelijk zijn. In sectie '7. *Methode*' zal dieper op het ontwerp van het huidige onderzoek in worden gegaan.

5. HET METEN VAN DE AFFECTIEVE RESPONS

In het artikel van Saerbeck en Bartneck (Saerbeck & Bartneck, 2010) wordt de affectieve reactie van proefpersonen gemeten door middel van twee vragenlijsten. De vragenlijsten die in dat onderzoek worden gebruikt zijn de 'Self Assessment Manikins' (SAM) en de 'Positive and Negative Affect Scale' (PANAS). De PANAS vragenlijst is origineel bedoeld voor het meten van de eigen emotionele staat van mensen, maar is tevens succesvol ingezet bij moeders voor het beoordelen van het affect van hun kinderen (Denham, Wyatt, Bassett, Echeverria, & Knox, 2009) en dus ook voor het beoordelen van het affect van robots (Saerbeck & Bartneck, 2010). De SAM is een non verbale meetmethode die gebruik maakt van plaatjes om de 'pleasure', 'arousal' en 'dominance' te meten van mensen. Hoewel volgens Saerbeck de SAM iets beter toe te passen is voor onderzoek naar affectieve reacties zoals uitgevoerd in het artikel, wordt vooral vanwege beschikbaarheid de PANAS gebruikt in de huidige studie. Ondanks de voorkeur van de SAM in het onderzoek van Saerbeck heeft de PANAS een hoge validiteit en betrouwbaarheid in de algemene populatie in een niet klinische setting (Cronbach's $\alpha = .89$) (Crowford & Henry, 2004). De PANAS schaal meet een dimensionaal model van emoties en meet Positief en Negatief affect (PA en NA). Beide affectieve dimensies bestaan in de PANAS uit 10 items.

Onderzoeken in HRI hebben zich gericht op specifieke aspecten van een robot, zoals 'dierlijkheid' van een robot (Haruaki & Kazuhiro, 2010), de menselijkheid van een robot (DiSalvo, Gemperle, Forlizzi, & Kiesler, 2002), het affect dat robots uiten (Saerbeck & Bartneck, 2010) of het identificeren van bepaalde persoonlijkheidseigenschappen (Lee, Peng, Jin, & Yan, 2006). Vragenlijsten die gebruikt worden in dergelijk onderzoek richten zich op het zo goed mogelijk meten van deze specifieke aspecten. De vraag die gesteld kan worden is of de natuurlijke, vrij reactie van proefpersonen op een correcte wijze wordt gemeten door deze vragenlijsten. Om deze vraag mee te nemen in het huidige onderzoek wordt naast een

kwantitatieve ook een kwalitatieve vragenlijst gebruikt. In deze kwalitatieve vragenlijst zijn proefpersonen geheel vrij in hun respons met betrekking tot de bewegingspatronen.

Bij het afnemen van vragenlijsten, zeker bij een vragenlijst voor een vrije interpretatie, is het belangrijk om rekening te houden met het concept van ‘priming’. Door proefpersonen bloot te stellen aan bepaalde stimulus kunnen gerelateerde concepten geactiveerd of ‘geprimed’ worden in het geheugen. Blootstelling aan een stimulus kan dus een gerelateerd idee, concept of emotie primen in het geheugen, zonder dat de desbetreffende persoon zich ervan bewust is (Bargh & Pietromonaco, 1982). In het geval van de vragenlijsten gebruikt in het huidige onderzoek voor de affectieve respons, is het van belang om bij het verkrijgen van een vrije interpretatie hier rekening mee te houden. Zou de PANAS worden afgenomen voordat de proefpersonen een vrije interpretatie zouden geven, dan kunnen de affectieve termen gebruikt in de PANAS bepaalde concept of emotie primen in het geheugen van de proefpersonen. Dit kan als gevolg hebben dat proefpersonen de geprimeerde emoties en concepten gebruiken bij hun vrije interpretatie. Hier wordt rekening mee gehouden in de huidige studie, door een volgorde aan te houden die dit effect probeert te minimaliseren (eerst de kwalitatieve, vervolgens de kwantitatieve vragenlijst).

Er is in het HRI onderzoeksveld geen kwalitatieve vragenlijst ontwikkeld die goed te gebruiken is voor het huidige onderzoek. Zodoende is er voor dit onderzoek een kwalitatieve vragenlijst opgesteld voor het verzamelen van de vrije interpretatie van de bewegingspatronen. Door de vrije interpretatie van proefpersonen te verzamelen kan worden gekeken hoe dit in verhouding staat tot de kwantitatieve data in de huidige studie en de literatuur binnen de HRI. Zodoende kan gekeken worden naar de validiteit van de kwantitatieve data. Zowel de PANAS als de kwalitatieve vragenlijst zijn terug te vinden in de Appendix (B en C).

6. HET METEN VAN FYSIOLOGIE EN AROUSAL

De circulaire verdeling van emotie (zie Figuur 1) zoals voorgesteld door Russel (Jonathan, Russel, & Peterson, 2005) bestaat uit twee dimensies: ‘arousal’ en ‘pleasure’. Door gebruik te maken van de PANAS vragenlijst kan de dimensie pleasure gemeten worden. Arousal

wordt door deze vragenlijst echter niet gemeten. Een vragenlijst die hiervoor gebruikt kan worden is bijvoorbeeld de SAM. Maar ook door gebruik te maken van fysiologische metingen kan de arousal gemeten worden. Dit kan bijvoorbeeld gedaan worden door het meten van de huidgeleiding, oftewel de ‘electrodermal activity’ (EDA).

EDA is een index voor de activiteit van het sympathische zenuwstelsel. Een verhoging van deze activiteit (en dus de arousal) gaat gepaard met verhoogde bloeddruk, zweten, verhoogde hartslag en het verplaatsen van bloed van de darmen naar de spieren. Om EDA op een eenvoudige en comfortabele manier te meten, is de Q-sensor ontwikkeld (Poh, Swenson, & Picard, 2010). Deze sensormodule is niet groter dan een luciferdoosje en kan gedragen worden op zowel de bovenarm, pols als de handpalm.

Verschillende aspecten van EDA worden gemeten door de Q-sensor. Dit zijn huidgeleiding, huidtemperatuur en een derde, niet fysiologische waarde, namelijk de verticale acceleratie van de sensormodule. In de huidige studie werden twee aspecten van de huidgeleiding geanalyseerd: het aantal Skin Conductance Responses (SCR's) en de amplitude van deze SCR's. SCR's werden automatisch bepaald door de data te filteren met een Butterworth filter (cut-off frequentie= .03 Hz) en vervolgens de eerste afgeleide van dit signaal te nemen. Binnen deze eerste afgeleide wordt gezocht naar datapunten met een minimum snelheidsverschil van .000004 μ Siemens. Vervolgens moet er minimaal 700ms tussen twee gedetecteerde SCRs liggen (anders worden ze samengevoegd) en moet de ‘through to peak’ waarde groter zijn dan .01 μ S (zie (Dawson, Schell, & Fillion, 2007) voor verdere norm scores voor het bepalen van SCRs).

De hypothese die beantwoord zal worden in het huidige onderzoek, tot stand gekomen aan de hand van de studies van Saerbeck en Bartneck en Haruaki en Kazuhiro, is als volgt: heeft de mate van interactie tussen mens en robot invloed op het geobserveerde affect.

De rollen die de proefpersonen zullen vervullen zijn deels vergelijkbaar met de door Haruaki en Kazuhiro en Saerbeck en Bartneck beschreven rollen, namelijk de rol als observeerder. Tevens zullen proefpersonen de rol vervullen waar de interactie belangrijk zal zijn

voor het initiëren van de bewegingspatronen van de robot. Deze specifieke manier van interactie, waarbij de bewegingen van de robot worden geïnitieerd door de proefpersoon, is nog niet onderzocht, hoewel deze interactie dichtbij een realistische manier van interactie met een robot ligt.

Om de relatie tussen de rol van de proefpersoon en het geobserveerde affect van de bewegingspatronen te meten, wordt er een variant gemaakt op het experiment van Saerbeck en Bartneck. Dit zal verder worden uitgelicht in de methode sectie.

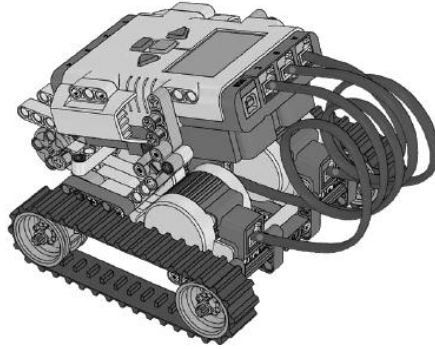
7. METHODE

A. Proefpersonen

Proefpersonen werden gerekruteerd door middel van uitnodiging via een email, of via een persoonlijke afspraak. Er is geen selectie gemaakt op basis van leeftijd of studie. In totaal is de data van 28 participanten verzameld, waarvan 20 mannen en 8 vrouwen, variërend in leeftijd van 18 – 27 jaar oud.

B. Apparatuur en materiaal

De robot die wordt gebruikt is een simpele versie van de Lego Mindstorm NXT 2.0 in combinatie met de standaard ultrasone sensor die erbij geleverd wordt. Figuur 2 is vergelijkbaar met de opzet van de robot, zonder de ultrasone sensor. Er zal gebruik worden gemaakt van de PANAS vragenlijst (Watson, Clark, & Tellegen, 1988) voor het meten van de affectieve reactie en een kwalitatieve vragenlijst voor het noteren van een vrije respons. Beide zijn te vinden in de Appendix (B en C). Fysiologische data, zowel huidgeleiding als huidtemperatuur, zal worden verzameld middels de Q-sensor (Poh, Swenson, & Picard, 2010).



Figuur 2. Simpele uitvoering van de Lego Mindstorm NXT 2.0

C. Bewegingspatronen

De robot zal negen verschillende bewegingspatronen uitvoeren, op een vergelijkbare manier tot stand gekomen als in het experiment van Saerbeck & Bartneck. Zij geven in hun artikel de berekende waarden aan voor zowel voor drie niveau's van acceleratie als de drie niveau's van de diameter van de draaiing, alsmede de formules waarmee deze tot stand zijn gekomen. Deze waarden van de draaiing konden worden overgenomen in het huidige experiment, maar de absolute waarden voor acceleratie niet. Dit had als reden dat de absolute waarden die gebruikt werden door de Roomba in het artikel van Saerbeck en Bartneck vele malen hoger waren dan maximale snelheid van de Lego Mindstorm NXT 2.0. Een manier om dit op te lossen is door de relatieve snelheidsverandering tussen de drie niveau's gelijk te houden met die uit het artikel van Saerbeck & Bartneck, maar de absolute snelheid lager omlaag te brengen. Zodoende ontstaat er tussen de drie niveau's van acceleratie alsnog een duidelijk onderscheid. Zie tabel 1a en 1b voor de specificaties van de draaiing en acceleratie. Voor de gedetailleerde beschrijvingen en het tot stand komen van de bewegingskarakteristieken, zie (Saerbeck & Bartneck, 2010).

Tabel 1a

<i>Diameter van de bochten</i>		
<i>Draaiing (in meters)</i>		
Laag	Midden	Hoog
0.85	1.50	2.20

Tabel 1b

Specificaties van de acceleratie

Acceleratie (+10% motorvermogen per tijdseenheid (s))		
Laag	Midden	Hoog
3.5	1.051	.574

Zowel acceleratie en draaiing worden verdeeld in drie niveaus (laag, midden, hoog), waardoor er 3x3 bewegingspatronen ontstaan.

D. Procedure

De negen bewegingspatronen zullen gerandomiseerd worden zodat er geen effect van volgorde zal optreden in de data. Het experiment zal uit twee sessies bestaan, met de eerste sessie de vragenlijst voor vrije interpretatie en de tweede sessie de PANAS vragenlijst. Zo ontstaat er een 3x3x2 design, wat resulteert in 18 trials per proefpersoon. De proefpersonen worden willekeurig verdeeld tussen de conditie van interactie en observeerder.

D. Experiment

Voordat het experiment begint, zal de Q-Sensor worden omgedaan om de niet dominante hand van de proefpersoon. De sensor zal de data verzamelen door te meten in de handpalm. Tevens zullen er door de proefleider persoonlijke gegevens worden genoteerd van de proefpersonen.

In de observatie conditie zal de proefpersoon plaatsnemen op een stoel in de ruimte. De robot zal aan de andere kant van de ruimte gepositioneerd zijn. De proefleider zal de programma's van de robot starten. Nadat een bewegingspatroon is voltooid, zal de proefpersoon de gelegenheid krijgen om zijn respons te noteren op de vragenlijst voor vrije interpretatie. Vervolgens wordt het volgende programma van de robot gestart zodra de proefpersoon aangeeft klaar te zijn. Dit herhaalt zich tot alle negen bewegingspatronen zijn voltooid. Hierna zal de

proefpersoon de negen bewegingspatronen op eenzelfde manier nog eens observeren, maar worden de bewegingspatronen geïnterpreteerd aan de hand van de PANAS vragenlijst.

In de interactie conditie zal de robot zijn programma pas starten als de proefpersoon in de detectieafstand van de ultrasone sensor van de robot komt. De proefpersoon zal worden geïnstrueerd de robot zijn programma af te laten maken zodra deze gestart is. Nadat het bewegingspatroon is voltooid, zal de proefpersoon de gelegenheid krijgen om zijn respons te noteren op de vragenlijst voor vrije interpretatie. Vervolgens wordt het volgende programma van de robot aangezet, waarna de proefpersoon het programma moet initiëren zoals hierboven is beschreven. Dit proces herhaalt zich tot alle negen bewegingspatronen zijn voltooid. Hierna zal de proefpersoon de negen bewegingspatronen op eenzelfde manier nog eens observeren, maar worden de bewegingspatronen geïnterpreteerd aan de hand van de PANAS. Eventuele gesproken observaties van de proefpersoon zullen worden genoteerd door de proefleider.

E. Schending van Sfericiteit in Data

In geval van schending van de sfericiteit in de data zullen de vrijheidsgraden worden aangepast met behulp van de Greenhou-Geisser correctie. Voor een gedetailleerde weergave van deze correctie, zie de Appendix A.

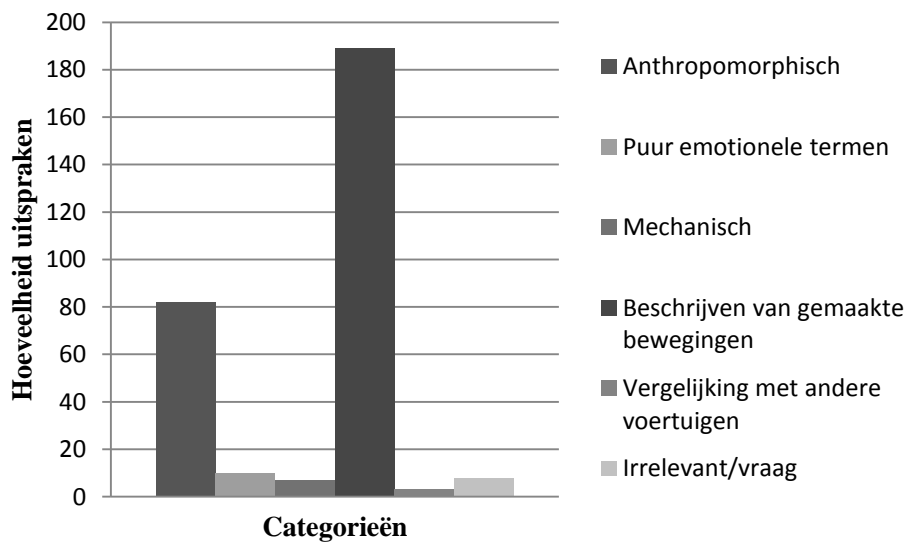
8. RESULTATEN

A. Vrije interpretatie

De kwalitatieve data verkregen door de vragenlijst voor vrije interpretatie werd gecodeerd aan de hand van de methodes beschreven door Leech en Onwuegbuzie (Leech & Onwuegbuzie, 2007). De gebruikte methodes zijn ‘constant comparison analysis’ en de ‘classical content analysis’. Constant comparison analysis heeft als functie om elk stuk data te vergelijken met de rest van de data, om zodoende te zien wat dat specifieke stuk data anders of vergelijkbaar maakt met de rest. Classical content analysis wordt gebruikt om de hoeveelheid responsen te kwantificeren, zodat het makkelijker wordt om een vergelijking te trekken tussen gevonden

categorieën. In totaal resulteerde dit in 299 gecodeerde uitspraken. Deze werden verdeeld in zes categorieën; ‘antropomorfisch’ (82/299), ‘puur emotionele termen’ (10/299), ‘mechanisch’ (7/299), ‘beschrijven van de gemaakte bewegingen’ (189/299), ‘vergelijking met andere voertuigen’ (3/299) en ‘irrelevant/vraag’ (8/299). Deze verdeling is weergegeven in figuur 3.

De responsen in de categorie ‘puur emotionele termen’ bestaan deels of geheel uit termen zoals terug te vinden zijn in de PANAS vragenlijst. Verschillende uitspraken in alle zes categorieën zijn te lezen in de Appendix D.



Figuur 3: Uitspraken in de vrije interpretatie vragenlijst

Door de verschillende trials te vergelijken met betrekking op emotionele responsen, kan worden bekeken of een hogere acceleratie of draaiing van invloed is op het gebruik van emotionele termen. Dit bleek niet het geval te zijn. Bij zowel lage als hoge acceleratie en lage en hoge draaiing blijven de responsen overwegend objectief van aard en vielen deze responsen over het algemeen niet in de eerste twee categorieën van antropomorfisme en puur emotionele termen.

B. Positief Affect en Negatief Affect

Uit het onderzoek van Saerbeck en Bartneck bleek geslacht niet van invloed te zijn op Positief Affect (PA) en Negatief Affect (NA). Om dit te controleren voor de huidige studie wordt de variantie analyse uit het genoemde onderzoek herhaalt met de data verkregen in dit onderzoek. Tevens wordt de variabele Rol meegenomen in deze analyse, om te zien of de rol van observeerder of interactie van invloed is op PA en NA.

Uit de analyse blijkt de variabele Rol geen invloed te hebben op PA of NA. Geslacht vertoont alleen een significante invloed op NA. De resultaten van de analyse zijn weergegeven in Tabel 2. Deze resultaten verschillen met die van Saerbeck en Bartneck, waar geen effect werd gevonden van geslacht op de affectieve reactie. Dit effect uit zich in de huidige studie als gematigdere scores voor vrouwen op NA. In verdere analyses van de data zal de variabele Geslacht meegenomen worden, maar de variabele Rol zal achterwege gelaten worden.

Tabel 2

MANOVA analyse van Positief Affect, Negatief Affect, Rol en Geslacht

	Rol			Geslacht		
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
PA	1	.155	.694	1	1.087	.298
NA	1	.228	.633	1	3.987	.047

In Tabel 3 zijn de gemiddelden en standaard deviaties weergegeven. Zodoende kan een vergelijking gemaakt worden met de waardes die gevonden zijn in de studie van Saerbeck en Bartneck. De totaalgemiddelden en standaard deviaties zijn zeer vergelijkbaar, echter zit er wel verschil tussen de gemiddelde waardes van zowel PA als NA binnen specifieke programma's van de studies. Hier zal in de discussie verder op worden ingegaan.

Tabel 3

<i>Gemiddelden en Standaard Deviaties voor Positief Affect en Negatief Affect</i>			
Acceleratie	Draaiing	PA	NA
Laag	Laag	18.79/1.73	19.11/0.82
Laag	Midden	18.68/1.67	20.21/1.40
Laag	Hoog	22.00/1.51	19.86/1.06
Midden	Laag	22.32/1.43	16.00/1.32
Midden	Midden	25.43/1.65	16.07/1.00
Midden	Hoog	26.04/1.41	14.89/0.97
Hoog	Laag	21.67/1.18	19.29/1.62
Hoog	Midden	28.00/1.54	14.29/1.59
Hoog	Hoog	30.14/1.88	14.07/1.25
Gemiddeld		23.68/1.56	17.09/1.23

In hetzelfde onderzoek van Saerbeck en Bartneck bleken de bewegings karakteristieken acceleratie en draaiing van significante invloed te zijn op PA en NA. In de huidige studie is het van belang om te kijken of dat voor deze data ook geldt. De bewegings karakteristieken van de robot zijn in de huidige studie op eenzelfde manier tot stand zijn gekomen als bij Saerbeck en Bartneck (zie ‘methode’ sectie) met als gevolg dat de resultaten met elkaar vergeleken kunnen worden. Om te toetsen of acceleratie en draaiing van invloed zijn op PA en NA, word een repeated measure analysis uitgevoerd, met afhankelijke within-subject variabelen PA, NA en onafhankelijke within-subject variabelen acceleratie en draaiing. Als between-subject variabele wordt geslacht meegenomen. De resultaten zijn samengevat in tabel 4a en 4b.

Tabel 4a

<i>Hoofdeffecten van Acceleratie, Draaiing en Geslacht</i>									
	Acceleratie			Draaiing			Geslacht		
	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>P</i>
PA	7.885	1.372*	.004	5.426	1.403*	.016	.592	1	.449
NA	4.826	1.473*	.022	3.239	1.638*	.058	1.823	1	.189

* *Vrijheidsgraden aangepast i.v.m. schending van sfericiteit. Zie Appendix A.*

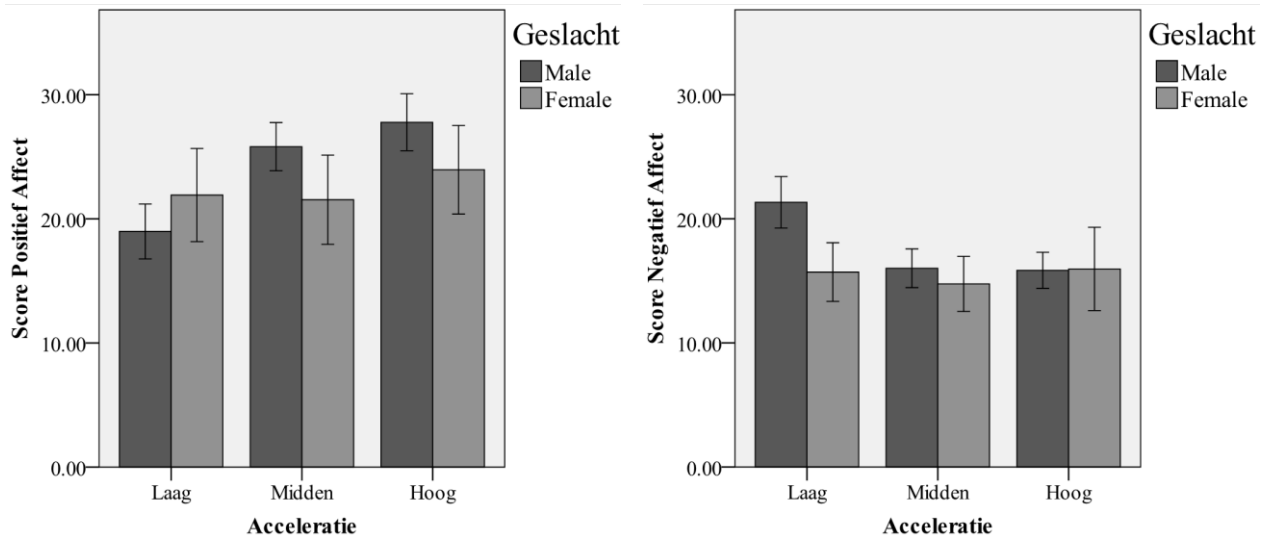
Tabel 4b

Interactie Effecten van Acceleratie, Draaiing en Geslacht

	Acceleratie * Draaiing			Acceleratie * Geslacht			Draaiing * Geslacht			Acceleratie * Draaiing * Geslacht		
	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
PA	3.390	3.164*	.020	4.419	2	.031	.295	2	.668	.784	4	.372
NA	2.734	2.955*	.050	3.826	2	.043	.394	2	.635	.910	4	.439

* *Vrijheidsgraden aangepast i.v.m. schending van sfericiteit. Zie Appendix A.*

Acceleratie en draaiing vertonen een hoofdeffect op PA en NA, met uitzondering van draaiing op NA. Geslacht blijkt geen hoofd effect te hebben. Zoals te zien is in tabel 4b blijkt geslacht een interactie effect te vertonen met acceleratie, maar is dit effect niet te zien bij de draaiing. De interactie effecten tussen geslacht en acceleratie is weergegeven in figuur 3. Zoals eerder al vermeld, lijken vrouwen gematigder te zijn in hun scores op zowel PA als NA. Echter na analyse blijkt dit effect alleen significant te zijn voor lage acceleratie op NA ($Z = -2.910$, $p = 0.004$).



Figuur 3. Interactie effect tussen geslacht en acceleratie

In tabel 5 zijn de correlaties weergegeven tussen PA en NA. Er is een duidelijk negatieve correlatie te zien.

Tabel 5

<i>Gemiddelde Correlaties van Positief Affect en Negatief Affect.</i>		
	PA	NA
PA	1.000	-.293
NA	-.293	1.000

D. Verklaarde variantie binnen Positief en Negatief affect

Om te weten te komen welk deel van de variantie in PA en NA wordt verklaard door de verschillende variabelen, moet een stapsgewijs lineaire regressie worden uitgevoerd. Zodoende kan de ‘adjusted R²’ gevonden worden. De waardes uit deze analyse kunnen weer vergeleken worden met de resultaten van de lineaire regressie analyse die is uitgevoerd door Saerbeck en Bartneck. Dit zal verder worden besproken in de discussie en is te zien in tabel 10.

De resultaten van de stapsgewijze lineaire regressie zijn samengevoegd in tabel 6. In de tweede kolom zijn de voorspellers weergegeven, in de derde kolom is te zien hoeveel van de variantie verklaard wordt door deze voorspellers (adjusted R²). De laatste kolom geeft de ANOVA resultaten weer. Uit de data blijkt dat acceleratie de grootste voorspellende waarde heeft op de affectieve reactie. Binnen PA verklaard deze .094 van de .144 en binnen NA .048 van de .066. Verder is te zien dat een relatief klein deel van de variantie verklaard wordt door deze modellen, ondanks de significante ANOVA resultaten.

Tabel 6

<i>Stepwise Linear Regression</i>			
	Predictors	Adjusted R ²	ANOVA
PA	Acceleratie & Draaiing	.144	F(1) = 27.110, p < 0.001
NA	Acceleratie, Draaiing & Geslacht	.066	F(2) = 9.801, p < 0.001

C. Fysiologische data

De duratie van de trials is van invloed op het aantal SCR's in de data. Doordat de trials verschilde qua duur, moest hiervoor worden gecompenseerd. Het aantal SCR's werd

gestandaardiseerd met als gevolg dat het aantal SCR's per minuut kon worden geanalyseerd. Om te kijken of het aantal SCR's van invloed is op de PANAS score, werd in eerste instantie een variantie analyse uitgevoerd, met afhankelijke variabelen PA en NA en onafhankelijke variabele het aantal SCR's per minuut. De resultaten hiervan zijn te zien in tabel 7.

Tabel 7

<i>Variantie analyse van Positief Affect, Negatief Affect en de SCR's</i>			
SCR's			
	<i>Df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
PA	117	1.143	.373
NA	117	1.418	.174

De hoeveelheid SCR's blijken niet van invloed te zijn op de PANAS scores. Interessant is echter wel om te analyseren of verschillende variabelen invloed hebben op het aantal SCR's en dus de arousal van de proefpersonen. Dit werd onderzocht door middel van een repeated measures analysis, met twee niveaus voor sessie (vrije interpretatie en PANAS) en drie voor zowel acceleratie als draaiing (laag, midden en hoog). Zodoende kan de relatie tussen de variabelen gekwantificeerd worden. De variabelen Rol en Geslacht werden meegenomen als between-subject variabelen.

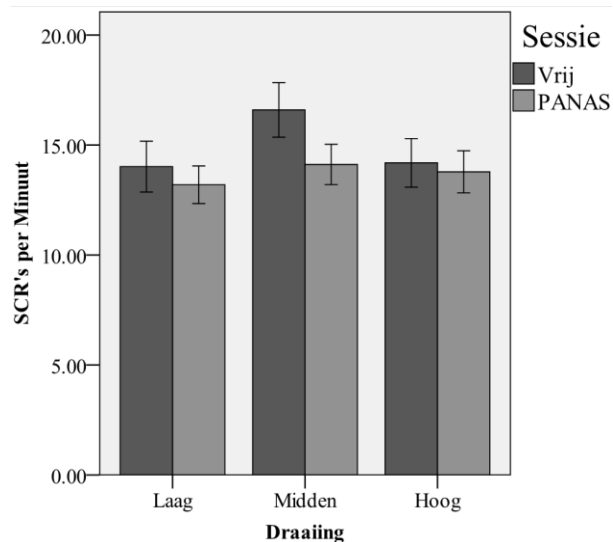
Zowel de variabele Rol ($F(1) = 0.309$, $p = 0.584$) als Geslacht ($F(1) = 3.060$, $p = 0.094$) vertonen geen hoofd effect. Ook vertonen de genoemde variabelen geen interactie effect.

De assumptie van sfericiteit werd in geen van de gevallen geschonden. De resultaten zijn weergegeven in tabel 8. Verder blijkt er een drieweg interactie effect te zijn tussen de sessie, acceleratie en de draaiing.

Tabel 8

<i>Repeated measures analyses voor de SCR's</i>			
Sessie * Acceleratie * Draaiing			
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
SCR's	2.714	3.456	.025

De drieweg interactie effect tussen sessie, acceleratie, draaiing op de SCR's blijkt significant te zijn ($F(2.714) = 3.456, p = 0.025$). Analyse van de componenten laat zien dat dit is voor de interactie tussen sessie en draaiing ($F(2) = 6.152, p = 0.002$) en alleen voor de middelste waarde voor draaiing ($F(1) = 10.352, p = 0.002$) (zie figuur 4).



Figuur 4. Interactie effect tussen Sessie en Draaiing

Als laatste werd een analyse uitgevoerd waar het gemiddelde aantal SCR's van elke trial werd vergeleken met het gemiddelde aantal SCR's in de baseline. Het aantal SCR's in de baseline werd berekend door per proefpersoon het gemiddelde te nemen van het aantal SCR's tussen de trials. Dit werd gedaan voor zowel de eerste sessie als de tweede sessie. De gemiddelde baseline voor sessie 1 was 14.25, voor sessie 2 was dit 14.37. Het gemiddelde aantal SCR's op sessie 1 tijdens de trials was 13.70, voor sessie 2 was dit 14.93. Hoewel uit de resultaten van een dergelijke analyse moeilijk conclusies te verbinden zijn, is het wel goed om een beeld te vormen van de verhoudingen tussen deze twee variabelen.

De resultaten van de Wilcoxon analyse bleken significant verschil te vertonen tussen de baseline en het aantal SCR's tijdens de trials. Dit geldt voor zowel de eerste sessie ($Z = -2.282, p = 0.022$) als de tweede sessie ($Z = -1.790, p = 0.049$). De baseline voor de eerste sessie, de vrije interpretatie, bleek iets hoger te liggen dan het gemiddelde aantal SCR's tijdens de trials. De baseline voor de tweede sessie, die van de PANAS, bleek juist iets lager te zijn dan tijdens de

trials. Het verschil tussen de baselines en de gemiddelden van beide sessies was afgerond 0.56 SCR's per minuut.

8. DISCUSSIE

De hoofdvraag in dit onderzoek was of variatie in de mate van interactie tussen mens en robot invloed had op het geobserveerde affect dat proefpersonen rapporteerden. Uit verschillende literatuur blijkt er sprake te zijn van een dergelijke invloed van een variatie in interactie (Haruaki & Kazuhiro, 2010), maar komt er uit de studies naar voren dat de grootte van dit effect en de specifieke condities waaronder dit effect optreedt niet geheel duidelijk zijn en dat hier nog onderzoek naar nodig is. In het huidige onderzoek is er geen invloed gevonden op het geobserveerde affect tussen de twee condities van interactie, terwijl de interactie binnen de twee condities wezenlijk anders was.

Wat de invloed is van de bewegingspatronen van de robot op het geobserveerde affect is eerder onderzocht door Saerbeck en Bartneck (Saerbeck & Bartneck, 2010). In deze studie werd een significante invloed gevonden van de twee bewegingskarakteristieken 'acceleratie' en 'draaiing' op het geobserveerde affect. Als dit wordt vergeleken met de resultaten in de huidige studie, is te zien dat er veel overeenkomsten zijn in de resultaten. Zo is te zien dat de totaal gemiddelden en standaard afwijkingen van de PANAS scores zeer vergelijkbaar zijn (zie tabel 9).

Tabel 9

Vergelijking totaal gemiddelden en standaarddeviaties tussen studies

	Positief Affect		Negatief Affect	
	Gem.	Std. afw.	Gem.	Std. afw.
Saerbeck & Bartneck (2010)	23.01	1.47	17.09	1.23
Huidige studie	23.68	1.56	16.88	1.03

De verklaarde variantie van verschillende factoren zijn ook vergelijkbaar tussen de twee studies. Tevens is in beide studies acceleratie de grootste drager van informatie in het

voorgestelde model (zie tabel 10).

Tabel 10

Stepwise linear regression: Een vergelijking tussen studies

	Predictors PA	Adjusted R^2	Predictors NA	Adjusted R^2
Saerbeck & Bartneck (2010)	Acceleratie & Draaiing	.106	Acceleratie & Draaiing	.063
Huidige studie	Acceleratie & Draaiing	.144	Acceleratie, Draaiing & Geslacht	.066

Verder blijkt in zowel de studie van Saerbeck en Bartneck als de huidige studie dit voorgestelde model niet voldoende de variatie binnen de PA en NA verklaard.

Door in het huidige onderzoek gebruik te maken van een robot die in de studie van Saerbeck en Bartneck niet is gebruikt (de Lego Mindstorm NXT 2.0) en toch tot vergelijkbare resultaten te komen, onderstreept de conclusie die zij trekken in hun studie over robot bewegingen en de embodiment van de robot. De bewegingen zijn namelijk te implementeren in verschillende robots zonder rekening te hoeven houden met de fysieke setup van deze robots, omdat een verschil in embodiment niet leid tot een groot verschil in geobserveerde affectieve reactie.

In de huidige studie is naast een kwantitatieve ook een kwalitatieve vragenlijst afgenomen. Omdat het aanbieden van bepaalde woorden een priming effect kan hebben (Bowles & Poon, 1985) en dus invloed zou kunnen hebben op een vrije interpretatie is er voor gekozen om eerst de kwalitatieve vragenlijst af te nemen, om vervolgens de kwantitatieve vragenlijst af te nemen. De kwantitatieve PANAS vragenlijst bestaat namelijk uit 20 affectieve termen. Als deze affectieve termen geprimed worden in het geheugen van de proefpersonen, kan het zo zijn dat de vrije interpretatie een hoge overeenkomst toont met de PANAS. Het is dan echter niet zeker is of dit door priming komt of dat de vrije interpretatie daadwerkelijk sterk overeenkomt met de PANAS. Of dit priming effect daadwerkelijk optreedt als de vragenlijsten in een andere volgorde worden afgenomen moet nog worden onderzocht.

De vraag die gesteld werd in het begin van dit artikel is of de natuurlijke, vrij reactie van proefpersonen in de affectieve termen zoals deze voorkomen in de PANAS zou vallen. Wat na codering en categorisatie van de kwalitatieve data blijkt is dat veel uitspraken zich concentreren in één van de zes categorieën, namelijk de categorie ‘beschrijven van de gemaakte bewegingen’. Ongeveer 63% van alle uitspraken vielen in deze categorie. Uitspraken in deze categorie geven een objectieve beschrijving van de gemaakte beweging. Een goed voorbeeld hiervan is proefpersoon 20. Elk uitgevoerde bewegingspatroon van de robot wordt door deze proefpersoon getekend, vergezeld met beschrijvingen als ‘soort van rondje rijden’ en ‘een niet te identificeren vorm’.

De termen die voorkomen in de PANAS zouden vallen onder de categorie ‘puur emotionele termen’ als deze in de kwalitatieve vragenlijst voorkwamen. Verwacht wordt dat als de kwantitatieve data van de PANAS een valide en volledige weergave is van de natuurlijke respons van proefpersonen, deze categorie een grote hoeveelheid uitspraken zal vertonen. Wat blijkt is echter dat deze categorie maar 3% (10/299) van de uitspraken behelst. De vrije respons van proefpersonen op de bewegingspatronen blijkt een grote discrepantie te vertonen met de kwantitatieve data, terwijl er in beide een interpretatie wordt gegeven van identieke bewegingspatronen. Dit betekent waarschijnlijk dat responsen op een kwantitatieve vragenlijst zoals de PANAS niet een geheel valide meting zijn op bewegingspatronen van een robot als men wil weten wat proefpersonen van deze bewegingspatronen vinden. Omdat deze discrepantie een vraagteken zet bij de validiteit van bijvoorbeeld de resultaten gevonden in de PANAS, is het van belang om in vervolg studies hier goed naar te kijken en ook dergelijk kwalitatief onderzoek in HRI uit te voeren.

De fysiologische data verkregen door de metingen met de Q-sensor van huidgeleiding is een indicatie voor de ‘electrodermal activity’ oftewel de EDA. EDA is een index voor de activiteit van het sympathische zenuwstelsel. Een verhoging van deze activiteit gaat gepaard met verschillende fysiologische verschijnselen. Deze reactiviteit van de EDA is een operationalisering van de affectieve dimensie ‘arousal’, zoals weergegeven in het circulaire model van emotie van Russel (zie figuur 1). Door te kijken of de EDA tijdens de trials van het experiment verschil toont met de EDA tussen de trials (de baseline), kan er gekeken worden of

de bewegingen die de robot uitvoert effect hebben op de 'arousal' bij de proefpersonen. In de huidige studie is geen duidelijk onderscheid te vinden tussen de baseline en de trials met betrekking tot het aantal SCR's. Dit kan betekenen dat de bewegingspatronen van de robot geen effect hebben op de 'arousal' van de proefpersonen, maar dit kan ook betekenen dat de differentiatie tussen de bewegingspatronen niet duidelijk genoeg is om een verandering in de EDA te realiseren.

Hoewel de fysiologische staat van zijn van de proefpersonen geen invloed lijkt te hebben op PA en NA, zijn verschillende variabelen wel van invloed op de fysiologische reacties van de proefpersonen (zie tabel 8). Hoewel er dus een fysiologische verandering kan optreden door de interactie van verschillende factoren, wordt deze verandering in 'arousal' niet gebruikt voor het interpreteren van de bewegingspatronen uitgevoerd door de robot (zie tabel 7). Het kan zijn dat deze verandering in 'arousal' niet wordt opgemerkt door de proefpersonen omdat deze verandering van geringe grootte is, of wel opgemerkt maar niet gebruikt wordt voor het interpreteren van de bewegingspatronen. Verder onderzoek is nodig om te analyseren of de 'arousal' van proefpersonen zelf wordt gebruikt voor het interpreteren van de bewegingspatronen als deze verandering in 'arousal' groot genoeg is, of dat een verandering in 'arousal' in zijn geheel geen effect heeft op de interpretatie van de bewegingspatronen van een robot.

Wat betreft het gebruik van de Lego Mindstorm NXT 2.0 voor onderzoek naar HRI zijn er twee punten waar rekening mee gehouden moet worden. Ten eerste produceert de Lego Mindstorm NXT een aanzienlijke hoeveelheid geluid, wat voor de proefpersonen een indicatie kan zijn hoe snel die accelereert en hoe dit verandert ten opzichte van vorige trials. Ook kan het geluid zelf direct van invloed zijn op de 'arousal' van proefpersonen (Vastfjall & Kleiner, 2010), hoewel dit per persoon wel kan verschillen (Frankenhaeuser & Lundberg, 1974). Ten tweede treden er kleine variaties op in de acceleratie en het draaiing van de Lego Mindstorm NXT door de variatie in de spanning van de batterijen. Hoeveel invloed deze factoren op zichzelf en in combinatie met elkaar hebben op de verkregen resultaten is niet onderzocht.

9. CONCLUSIE

In deze studie werd gekeken naar de relatie tussen de bewegingen uitgevoerd door een robot, de affectieve interpretatie hiervan en het effect van de rol die de proefpersonen vervulde. Uit eerder onderzoek zijn twee bewegings karakteristieken belangrijk gebleken voor het opwekken van affectieve reacties. Deze bewegings karakteristieken zijn acceleratie en draaiing, verdeeld in drie niveaus van laag, midden en hoog. De bewegings karakteristieken worden op eenzelfde manier gebruikt als in voorgaand onderzoek (Saerbeck & Bartneck, 2010).

Voor het verkrijgen van de affectieve reactie werd gebruik gemaakt van verschillende onderzoeksmethodes. Uit eerder onderzoek is de PANAS effectief gebleken voor het verzamelen van affectieve respons en is deze tevens makkelijk af te nemen. Deze vragenlijst werd ook in de huidige studie gebruikt. Daarbij kwam een kwalitatieve vragenlijst voor vrije interpretatie en werd er fysiologische data verzameld door middel van de Q-Sensor voor het analyseren van de huidtemperatuur en huidgeleiding.

De rol die de proefpersoon vervult, observeerder of een interactieve rol, blijkt niet van invloed te zijn op de affectieve respons gegeven door de proefpersonen. Verdere analyse liet zien dat acceleratie de grootste drager van informatie te was voor het geobserveerde affect, dit in overeenstemming met eerdere onderzoeken. De totale verklaarde variantie van de bewegingspatronen op de affectieve respons was echter klein in omvang (zie tabel 6). Verder bleek geslacht van invloed te zijn op het Negatieve Affect (NA), maar niet op het Positieve Affect (PA). Vrouwen bleken iets gematigdere scores te geven op NA.

De verschillende sessies, vrije interpretatie of PANAS, in combinatie met de acceleratie en draaiing van de robot, bleken een drieweg interactie effect te hebben op de hoeveelheid Skin Conductance Responses (SCR's) en dus de arousal van proefpersonen. Na verdere analyse van de componenten bleek dit effect heel specifiek te zijn, namelijk alleen voor de gemiddelde draaiing (zie figuur 3). Deze variatie in SCR's heeft geen invloed op de PANAS scores (zie tabel 7). Proefpersonen gebruiken hun eigen niveau van 'arousal' waarschijnlijk niet voor het geven van een affectieve interpretatie van de bewegingen van de robot.

Door gebruik te maken van een kwalitatieve vragenlijst kon een vrije interpretatie van de bewegingen van de robot verkregen worden. Deze vrije interpretatie, die werd afgenomen vóór de PANAS, bleek weinig overeenkomst te vertonen met de PANAS vragenlijst. Een substantieel deel, meer dan 60%, van de vrije respons van proefpersonen waren objectieve beschrijvingen van de bewegingen. Hier werd geen gebruik gemaakt van affectieve termen. Hoewel anthropomorphische beschrijvingen wel een stuk vaker voorkwamen dan puur emotionele termen (8:1), was de verhouding tussen objectieve beschrijvingen van de beweging en affectieve termen nog veel groter (19:1). Verder onderzoek moet aantonen hoe sterk deze neiging tot het objectief beschrijven van een beweging is en welk invloed dit heeft op de validiteit van de huidige kwantitatieve resultaten in de literatuur.

De resultaten uit dit onderzoek onderstrepen conclusies uit eerder onderzoek, namelijk dat als robots geprogrammeerd moeten worden met het doel een affectieve reactie op te roepen door middel van beweging, dit deels mogelijk is door de acceleratie en de draaiing op een systematische manier te variëren. Dit zal als gevolg hebben dat de affectieve interpretatie van de bewegingen van de robot veranderd. De variatie in interactie die de proefpersoon heeft met een robot heeft geen duidelijke invloed op hoe de bewegingspatronen worden geïnterpreteerd. Door in dit onderzoek gebruik te maken van een belichaming die nog niet eerder voor dit type onderzoek is gebruikt en toch tot vergelijkbare resultaten te komen, kan worden onderstreept dat de embodiment geen significante invloed heeft op de affectieve interpretatie van de bewegingen. Dit resultaat is in overeenstemming met de bevindingen in eerder onderzoek (Saerbeck & Bartneck, 2010).

De verkregen resultaten zullen een beter beeld geven van de manier waarop mens en robot met elkaar omgaan en hoe de robot en zijn bewegingen worden geïnterpreteerd. Aangezien schoonmaakrobots zoals de Roomba ook affectieve reacties oproepen bij proefpersonen (Saerbeck & Bartneck, 2010), is het belangrijk om te weten hoe de bewegingen van de robot en de rol van de observeerder invloed hebben op de affectieve interpretatie van de bewegingen. Het is echter nog wel van belang te kijken naar wat precies de natuurlijke reactie van mensen is op de

bewegingen die de robot uitvoert. Vervolgens kan bij het maken en programmeren van robots hier rekening mee gehouden worden.

Referenties

- Bargh, J., & Pietromonaco, P. (1982). Automatic information processing and social perception: The influence of trait information presented outside of conscious awareness on impression formation. *Journal of Personality and Social Psychology* , 437-449.
- Bowles, N., & Poon, L. (1985). Effects of Priming in Word Retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* , 272-283.
- Caris-Verhallen, W., Kerkstra, A., & Bensing, J. (1999). Non-verbal behaviour in nurse-elderly patient communication. *Journal of Advanced Nursing* , 29 (4), 808-818.
- Crane, D. (2005). Robo-Soldier Ready for Combat Deployment to Iraq for Urban Warfare/CI Ops. *Future Infantry/Soldier* .
- Crowford, J., & Henry, J. (2004). The Positive and Negative Affect Schedule (PANAS): Construct validity, measurement properties and normative data in a large non-clinical sample. *British Journal of Clinical Psychology* , 245-265.
- Cunningham, S. (2000). Where do Emotions fit in? In S. Cunningham, *What is a Mind? An integrative introduction to the philosophy of mind* (pp. 96-126). Indianapolis: Hackett Publishing Company, Inc.
- Denham, S., Wyatt, T., Bassett, H., Echeverria, D., & Knox, S. (2009). Assessing social-emotional development in children from a longitudinal perspective. *Journal of Epidemiology and Community Health* , i37-i52.
- DiSalvo, C. F., Gemperle, F., Forlizzi, J., & Kiesler, S. (2002). All Robots Are Not Created Equal: The Design and Perception of Humanoid Robot Heads. Pittsburg, Pennsylvania, USA.
- Frankenhaeuser, M., & Lundberg, U. (1974). IMMEDIATE AND DELAYED EFFECTS OF NOISE ON PERFORMANCE AND AROUSAL. *Biological Psychology* , 127-133.
- Galvanic Skin Response for Measuring Emotions*. (sd). Opgeroepen op June 22, 2011, van Q sensor : <http://www.affectiva.com/q-sensor/>
- Harre, N., Brandt, T., & Houkamau, C. (2004). An examination of the actor-observer effect in young drivers' attributions for their own and their friends' risky driving. *Journal of Applied Social Psychology* , 34 (4), 806-824.
- Haruaki, F., & Kazuhiro, U. (2010). Interaction with a Moving Object Affects One's Perception of Its Animacy. *International Journal of Social Robotics* , 1-7.
- Honda Worldwide: ASIMO*. (sd). Opgeroepen op June 21, 2011, van <http://world.honda.com/ASIMO/>
- Jonathan, P., Russel, J., & Peterson, B. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and Psychopathology* , 715-734.
- Kacperek, L. (1997). Non-verbal communication: the importance of listening. *British journal of nursing* , 275-279.
- Knight, J., & Vallacher, R. (1981). Interpersonal Engagement in Social Perception: The Consequences of Getting into the Action. *Journal of Personality and Social Psychology* , 990-999.

- Larsson, P., Vastfjall, D., & Kleiner, M. (2001). The Actor-Observer Effect in Virtual Reality Presentation. *Cyberpsychology & Behavior* , 239-246.
- Lee, K. M., Peng, W., Jin, S.-A., & Yan, C. (2006). Can robots manifest personality?: An empirical test of personality recognition, social responses, and social presence in human-robot interaction. *Journal of Communication* , 754-772.
- Leech, N., & Onwuegbuzie, A. (2007). An Array of Qualitative Data Analysis Tools: A Call for Data Analysis Triangulation. *School Psychology Quarterly* , 22 (4), 557-584.
- Martson, W. (1927). Primary Emotions. *Psychological Review* , 34 (5), 336-363.
- Poh, M.-Z., Swenson, N., & Picard, R. (2010). A Wearable Sensor for Unobtrusive, Long-Term Assessment of Electrodermal Activity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* , 1243-1252.
- Pollick, F., Paterson, H., Bruderlin, A., & Sanford, A. (2001). Perceiving affect from arm movement. *Cognition* , 51-61.
- Saerbeck, M., & Bartneck, C. (2010). Perception of Affect Elicited by Robot Motion. *The 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, (pp. 53-60). Osaka.
- Vastfjall, D., & Kleiner, M. (2010). When Room Size Matters: Acoustic Influences on Emotional Responses to Sounds. *Emotion* , 416-422.
- VECNA's Battlefield Extraction-Assist Robot Bear. (2007, April 24). Opgeroepen op June 26, 2011, van http://www.botmag.com/articles/04-25-07_vecna_bear.shtml
- Wendt, C., & Berg, G. (2009). Nonverbal Humor as a New Dimension of HRI. *The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, (pp. 183-188). Toyama.

Appendix A

Greenhouse-Geisser correctie voor schending van sfericiteit

Er werd getest op sfericiteit met behulp van Mauchly's test. Sfericiteit bleek geschonden te zijn door acceleratie, draaiing en het interactie effect van deze twee variabelen. Dit geldt voor zowel de scores op PA als NA. De vrijheidsgraden worden gecorrigeerd door gebruik te maken van de Greenhouse-Geisser schatting van sfericiteit.

Bijlage 2

Greenhouse-Geisser correcties voor sfericiteit (ϵ)

	Acceleratie	Draaiing	Acceleratie*Draaiing
PA	.686	.702	.791
NA	.737	.819	.739

Appendix B

PANAS vragenlijst

Deze vragenlijst bestaat uit een aantal woorden die verschillende gevoelens en emoties beschrijven. Lees elk item en schrijf dan het voor u best passende antwoorde naast dat woord. Geef aan in welke mate de robot de verschillende gevoelens en emoties laat zien. Gebruik de volgende waardes voor uw antwoorden.

1	2	3	4	5
Heel weinig	Een beetje	Matig	Veel	Heel veel

Beweging 1

<input type="checkbox"/> geïntereiseerd	<input type="checkbox"/> vlug geïrriteerd
<input type="checkbox"/> bedroefd	<input type="checkbox"/> alert
<input type="checkbox"/> opgewekt	<input type="checkbox"/> beschaamd
<input type="checkbox"/> teneergeslagen	<input type="checkbox"/> vol inspiratie
<input type="checkbox"/> sterk	<input type="checkbox"/> nerveus
<input type="checkbox"/> schuldig	<input type="checkbox"/> gespannen
<input type="checkbox"/> angstig	<input type="checkbox"/> vastberaden
<input type="checkbox"/> vijandig	<input type="checkbox"/> zenuwachtig
<input type="checkbox"/> enthousiast	<input type="checkbox"/> energiek
<input type="checkbox"/> zelfverzekerd	<input type="checkbox"/> bang

Beweging 2

<input type="checkbox"/> geïntereiseerd	<input type="checkbox"/> vlug geïrriteerd
<input type="checkbox"/> bedroefd	<input type="checkbox"/> alert
<input type="checkbox"/> opgewekt	<input type="checkbox"/> beschaamd
<input type="checkbox"/> teneergeslagen	<input type="checkbox"/> vol inspiratie
<input type="checkbox"/> sterk	<input type="checkbox"/> nerveus
<input type="checkbox"/> schuldig	<input type="checkbox"/> gespannen
<input type="checkbox"/> angstig	<input type="checkbox"/> vastberaden
<input type="checkbox"/> vijandig	<input type="checkbox"/> zenuwachtig
<input type="checkbox"/> enthousiast	<input type="checkbox"/> energiek
<input type="checkbox"/> zelfverzekerd	<input type="checkbox"/> bang

Beweging 3

_____geïntereiseerd
_____bedroefd
_____opgewekt
_____teneergeslagen
_____sterk
_____schuldig
_____angstig
_____vijandig
_____enthousiast
_____zelfverzekerd

_____vlug geïrriteerd
_____alert
_____beschaamd
_____vol inspiratie
_____nervus
_____gespannen
_____vastberaden
_____zenuwachtig
_____energiek
_____bang

Beweging 4

_____geïntereiseerd
_____bedroefd
_____opgewekt
_____teneergeslagen
_____sterk
_____schuldig
_____angstig
_____vijandig
_____enthousiast
_____zelfverzekerd

_____vlug geïrriteerd
_____alert
_____beschaamd
_____vol inspiratie
_____nervus
_____gespannen
_____vastberaden
_____zenuwachtig
_____energiek
_____bang

Beweging 5

_____geïntereiseerd
_____bedroefd
_____opgewekt
_____teneergeslagen
_____sterk
_____schuldig
_____angstig
_____vijandig
_____enthousiast
_____zelfverzekerd

_____vlug geïrriteerd
_____alert
_____beschaamd
_____vol inspiratie
_____nervus
_____gespannen
_____vastberaden
_____zenuwachtig
_____energiek
_____bang

Beweging 6

_____ geïntereiseerd
_____ bedroefd
_____ opgewekt
_____ teneergeslagen
_____ sterk
_____ schuldig
_____ angstig
_____ vijandig
_____ enthousiast
_____ zelfverzekerd

_____ vlug geïrriteerd
_____ alert
_____ beschaamd
_____ vol inspiratie
_____ nerveus
_____ gespannen
_____ vastberaden
_____ zenuwachtig
_____ energiek
_____ bang

Beweging 7

_____ geïntereiseerd
_____ bedroefd
_____ opgewekt
_____ teneergeslagen
_____ sterk
_____ schuldig
_____ angstig
_____ vijandig
_____ enthousiast
_____ zelfverzekerd

_____ vlug geïrriteerd
_____ alert
_____ beschaamd
_____ vol inspiratie
_____ nerveus
_____ gespannen
_____ vastberaden
_____ zenuwachtig
_____ energiek
_____ bang

Beweging 8

_____ geïntereiseerd
_____ bedroefd
_____ opgewekt
_____ teneergeslagen
_____ sterk
_____ schuldig
_____ angstig
_____ vijandig
_____ enthousiast
_____ zelfverzekerd

_____ vlug geïrriteerd
_____ alert
_____ beschaamd
_____ vol inspiratie
_____ nerveus
_____ gespannen
_____ vastberaden
_____ zenuwachtig
_____ energiek
_____ bang

Beweging 9

_____ geïntereiseerd
_____ bedroefd
_____ opgewekt
_____ teneergeslagen
_____ sterk
_____ schuldig
_____ angstig
_____ vijandig
_____ enthousiast
_____ zelfverzekerd

_____ vlug geïrriteerd
_____ alert
_____ beschaamd
_____ vol inspiratie
_____ nerveus
_____ gespannen
_____ vastberaden
_____ zenuwachtig
_____ energiek
_____ bang

Appendix C

Kwalitatieve vragenlijst voor vrije interpretatie

Deze vragenlijst wordt gebruikt voor het geven van een vrije interpretatie van de sequenties die de Lego Mindstorm NXT uitvoert. Na elke sequentie krijgt u de gelegenheid een voor u relevante respons te noteren. U bent geheel vrij in de invulling van deze respons.

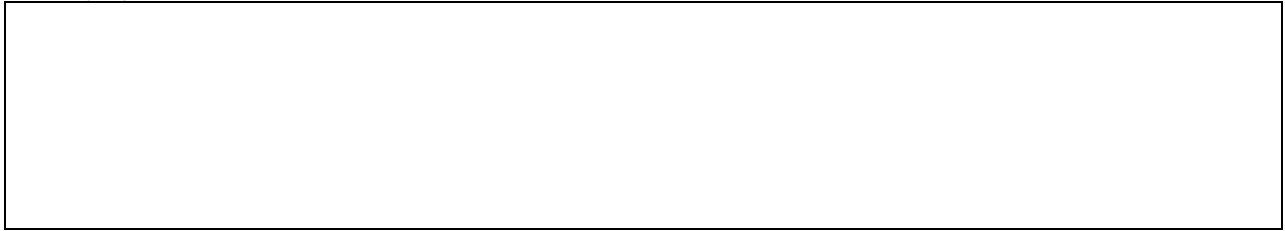
Beweging 1

Beweging 2

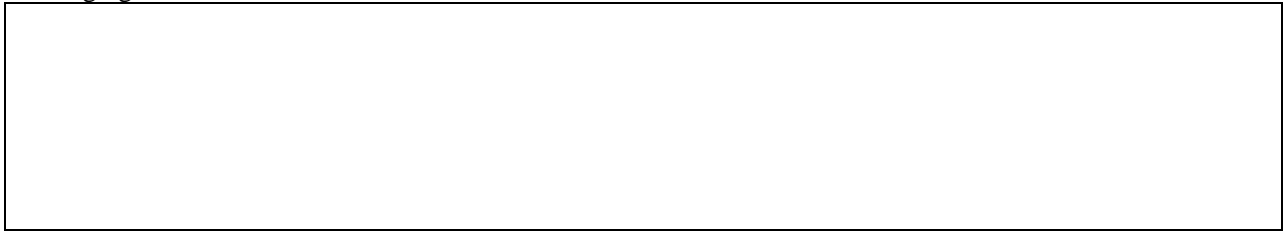
Beweging 3

Beweging 4

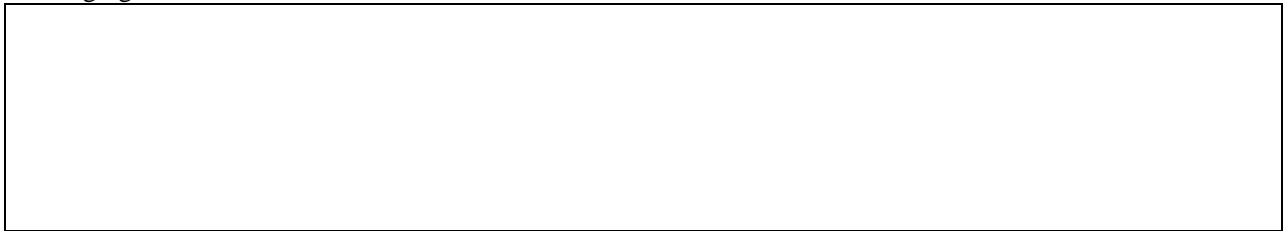
Beweging 5

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a drawing or diagram related to 'Beweging 5'.

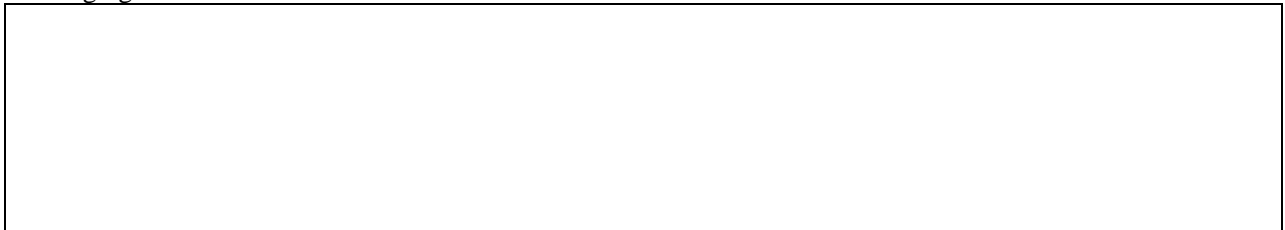
Beweging 6

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a drawing or diagram related to 'Beweging 6'.

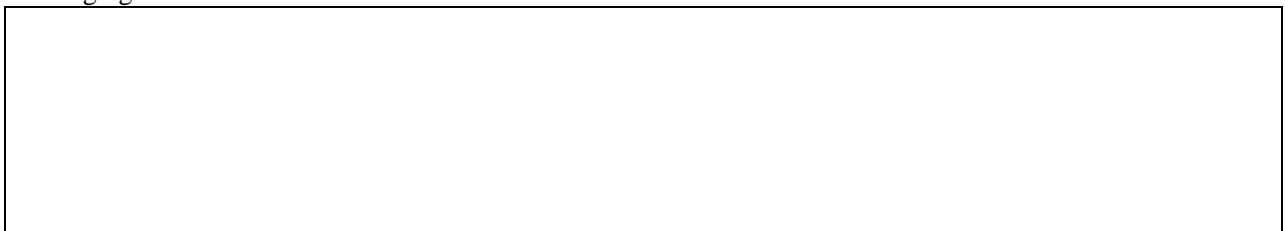
Beweging 7

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a drawing or diagram related to 'Beweging 7'.

Beweging 8

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a drawing or diagram related to 'Beweging 8'.

Beweging 9

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a drawing or diagram related to 'Beweging 9'.

Appendix D

Een selectie van de gecategoriseerde uitspraken uit de vrije interpretatie vragenlijst

Categorie 1: antropomorfisch

- PP1: “Als het een persoon was dan denk ik aan een kind dat wat onzeker is.”
PP2: “Lijkt de boel op z’n dooie gemakje te verkennen. Doet rustig aan.”
PP6: “Doet me denken aan een klein kind met ADD.”
PP16: “Eigenwijze robot als hij niet wil luisteren als je probeert te corrigeren.”
PP25: “Motivatie lijkt een beetje weg te zijn bij de robot.”

Categorie 2: puur emotionele termen

- PP3: “Leek niet goed wat die wilde doen, heel nerveus”
PP4: “Hij lijkt angstig”
PP4: “Komt een beetje vijandig over”
PP21: “Veel herrie, maar heel energiek”
PP26: “Energieker dan de vorige”

Categorie 3: mechanisch

- PP1: “Beheerste repetitieve acceleratie.”
PP8: “Motor produceerde veel geluid.”
PP27: “Langzaam, accu leeg?”

Categorie 4: beschrijven van de gemaakte bewegingen

- PP7: “Lange, langzame bochten met snelle korte stukken er tussen.”
PP10: “Vergelijkbaar met de vorige, maar met kortere bochten.”
PP12: “Hij maakte ongeveer een 8 lus.”
PP20: “Soort van rondje rijden.”
PP22: “Net rondje. Soms langzaam, soms snel.”

Categorie 5: vergelijking met andere voertuigen

- PP6: “Hij lijkt op een broertje van Wall-E.”
PP11: “Leek zich te gedragen als een rijdende auto.”

Categorie 6: irrelevant/vraag

- PP6: “Is het een ‘hij’ of een ‘zij’?”
PP19: “Is de robot verdwaast?”
PP24: “Sensoren voorop, doen die wel iets?”
PP25: “Leuk ding, dat wel”
PP26: “Waarover moest die zoveel nadenken?”