

Technisch Rapport: De dansende drone

Daan Le (11329866)
Falk Sinke (11039345)
Roel van den Burght (10998187)
Alexander Albrecht (11056304)

June 2017

Samenvatting

Wegens de toename van gebruik van robots in de zorg is het belangrijk de interactie tussen mens en robot op goede wijze te laten verlopen. Een toename aan vertrouwen in de robot kan hier aan bijdragen. In dit onderzoek is geprobeerd dat te bewerkstelligen door een menselijke eigenschap aan een drone te geven: dansen. Door een muziekstuk te ontleden zijn dansbewegingen gekoppeld aan het ritme van een nummer. Zo is het gelukt om de drone een simpele ritmische dansbeweging uit te laten voeren.

Inleiding

Robots zullen in de toekomst een steeds grotere taak te vervullen krijgen binnen de zorg. Het aantal 60 plussers zal in 2050 verdubbeld zijn ten opzichte van 2000 (United-Nations, 2007). Door de toename binnen deze groep zal de vraag naar zorg stijgen, het is waarschijnlijk dat robots een grote rol zullen spelen om aan deze vraag te voldoen.

Mensen die gebruik maken van zorgrobots blijken positiever te zijn over de zorg en behandeling wanneer ze de robot vertrouwen (Hancock e.a., 2011). Zorgrobots die vertrouwen opwekken bij mensen vervullen hun zorgtaak dus beter dan robots die dat niet doen. Het is dus van belang voor de zorg om robots te maken die vertrouwen opwekken bij de patiënten die zij behandelen. Een gangbare theorie omtrent menselijke empathie en gevoelens naar robots is die van de 'uncanny valley', voor het eerst opgesteld door Mori (2012). Volgens deze theorie tonen mensen meer positieve en empathische gevoelens jegens robots naarmate deze een menselijker uiterlijk

krijgen. Als de robot echter te menselijk wordt, slaan deze positieve gevoelens om naar angst en negatieve gevoelens (een uncanny gevoel). Het is dus, tot een bepaalde hoogte, zodat mensen zich comfortabeler voelen bij meer antropomorfe robots, waarbij het niet moeilijk voor te stellen is dat meer empathie en een algemeen positievere kijk op de robots, ook leidt tot meer vertrouwen in hun. Dit vermoeden wordt bevestigd door onder andere Duffy (2003) en Powers (2006). We kunnen dus concluderen dat een robot betere zorg levert als hij meer menselijk lijkt, omdat mensen hem dan meer vertrouwen. Buiten uiterlijke aspecten kunnen zaken als gedrag en beweging ook bijdragen aan een meer antropomorfe robot. In dit onderzoek zal een robot typisch menselijke bewegingen worden geleerd: dansen. In theorie zou de robot dus meer menselijk lijken als hij danst, en dus meer vertrouwen opwekken bij mensen.

De soort robot die wordt gebruikt in dit project is de Parrot rolling spider drone. Het uiteindelijke doel is om deze drone muziek te laten vertalen naar vooraf geprogrammeerde dans "passen". Omdat de drone uiteraard geen benen of lijf heeft om mee te dansen, zal het dansen voornamelijk bestaan uit ritmisch omhoog en omlaag vliegen, en op de melodie bewegen. Om dit te bereiken is het onderzoek in 4 fasen opgedeeld.

- Fase 1. zal bestaan uit het opzetten van het framework waarmee de drone bestuurd kan worden, het aansluiten van de drone en het zoeken naar en installeren van bruikbare libraries.
- Fase 2 zal bestaan uit het schrijven van een programma dat MIDI bestanden inleest, en hieruit kenmerken als ritme en melodie haalt.
- Fase 3 zal bestaan uit het genereren van passende instructies voor de drone aan de hand van de kenmerken uit fase 2.
- Fase 4 zal bestaan uit het maken van een applicatie waarmee real time muziek omgezet kan worden naar instructies voor de drone, en het bevestigen van een microfoon aan de drone waarmee hij de muziek zelf kan interpreteren.

Aan de hand van deze stappen zal een antwoord worden gevonden op de hoofdvraag van dit project: Is het mogelijk om een dans voor een drone te genereren op het ritme van een gegeven muziekstuk.

Aangezien de code die nodig zal zijn voor dit project in de basis vrij simpel is, is de hypothese dat de drone basale dansbewegingen op het ritme van de muziek met gemak uit kan voeren. Edoch, gezien de gelimiteerde beschikbare tijd en de technische tekortkomingen van de drone, wordt de

kans klein geacht dat de drone meer gecompliceerde dansbewegingen op het ritme uit kan voeren.

Uiteraard zal dit project niet direct lijden tot robots die betere zorg leveren en menselijker aanvoelen, daar is de drone simpelweg niet voor bedoeld. Dit onderzoek dient dan ook als fundament voor vervolgonderzoek naar robots met meer menselijke features.

Methode

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende stappen ondernomen en materialen gebruikt.

Software en Hardware

Aanvankelijk was het plan om met een Parrot AR Drone te werken, maar deze drone bleek niet geschikt te zijn voor de subtiele bewegingen die bij een dans worden gedaan te maken. Hierna is overgestapt naar de Parrot rolling spider drone, aangezien deze drone preciezer is en op dezelfde manier bestuurd wordt. Tevens is deze drone mobieler en beschikt over een aantal, makkelijk te implementeren functies, zoals het maken van flips.

De drone werd middels bluetooth verbonden met een Levono Yoga Pad 2 met Intel Core i5 laptop en vanuit hier aangestuurd. Het programma dat gebruikt is om de drone aan te sturen is Node Js 6.11.0, met de node-rolling-spider library van voodootikigod (Williams, 2017). Er is gebruik gemaakt van python (versie 3.6) en de librosa library (librosa, 2017) om de muziek te interpreteren. Verder is er een stopwatch app gebruikt om de tijd op te meten.

Het algoritme

Een muziekstuk wordt in de vorm van een .mp3 file ingeladen in een python applicatie. Deze applicatie ontleedt de muziek met functies uit de librosa library en genereert een lijst met tijden waarop de "beat" te horen is. Deze lijst wordt vervolgens omgezet in intervallen tussen de beats die bruikbaar zijn om de dansbewegingen goed op de tijd te laten verlopen. De drone reageert niet snel genoeg om op iedere beat te reageren dus is er voor een halfmaat dans gekozen, wat betekent dat de drone een beweging maakt op beat 1 en 3 van een 4 kwarts maat. De lijst met intervallen wordt opgeslagen in een csv bestand en vervolgens wordt de JavaScript applicatie aangeroepen om de drone te activeren.

De JavaScript applicatie leest eerst het csv bestand in. Vervolgens haalt de applicatie de intervallen eruit en maakt een reeks commando's die met een vertraging van de ingelezen intervallen naar de drone worden gestuurd.

Procedure

Eerst is de drone functioneel getest door op een iPhone 6s de bijbehorende iOS app "Free Flight mini" uit de appstore te downloaden en via deze app verbinding te maken met de rolling spider drone. Nadat vastgesteld was dat de "takeoff", het draaien en algemeen manoeuvreren van de drone goed werkte, werd over gegaan op het testen van de software.

De software werd gefaseerd getest. Eerst is de software die de muziek ontleedt getest. Hiervoor zijn verschillende muziekstukken gebruikt. De links naar deze verschillende muziekstukken staan vermeld in appendix A. De muziekstukken zijn geselecteerd op tempo dus de tempo's van de stukken waren van te voren bekend. Er werd gekeken of het tempo dat de software aan het muziekstuk toekende overeen kwam met het tempo dat geleverd werd bij het muziekstuk. Omdat er een mogelijkheid bestaat dat door mensen geproduceerde muziek niet een perfect tempo heeft, werd de software ook getest met door computer gegenereerde muziekstukken (muziekstuk 1-6). Vervolgens werd getest of het mogelijk was om alle commando's uit te voeren en de drone adequaat te kunnen besturen via een Node js script op een Linux machine. Nadat vastgesteld was dat de verbinding en de applicatie goed werkten werd overgegaan op de testfase van het echte "dans"script.

Dit testen gebeurde door de drone omhoog en omlaag te laten bewegen op drie verschillende muziekstukken, met verschillende bpm. Hierbij werd steeds de tijd gemeten tussen het begin van een beweging omhoog of omlaag, en het begin van de volgende beweging. Er is een verwachte tijd berekend voor deze intervallen. Dit is gedaan door de waarden van de parsed BPM eerst door twee te delen (de drone maakt om de twee maten een beweging) en daarna 60 door het verkregen getal te delen. Er is door vier personen tegelijk gemeten, van deze metingen is een gemiddelde genomen. De metingen zijn verricht met een stopwatch, waardoor ongetwijfeld foutmarges zijn opgenomen. Dit wordt nader besproken in de discussie.

De resultaten van deze laatste fase van het testen worden besproken in de resultaten

Resultaten

De resultaten van onze tempo bepalende software zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 1: Resultaten muziek parsing software

BPM	60	80	100	120	140	160
Parsed BPM Muziekstuk	117.14	80.75	99.37	117.45	143.55	161.5
Parsed BPM Computer Generated	117.14	80.75	99.37	117.45	143.55	161.5

Zowel bij muziekstukken die door mensen geproduceerd zijn, als bij muziekstukken die computer gegenereerd zijn, week het geïnterpreteerde ritme af met een marge van minimaal 0,63 bpm.

In tabel twee zijn de resultaten van de test voor het afwijken van de drone op het ritme te zien.

Tabel 2: Resultaten ritme test

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	gemiddelde	verwachte waarde
60	0.98	1.41	1.03	1.02	0.89	0.91	0.88	1.38	1.02	1.10	1.062	1.024
80	1.55	1.39	1.45	1.34	1.70	1.65	1.58	1.52	1.61	1.35	1.514	1.486
100	1.11	1.05	1.37	1.33	1.28	1.21	1.41	1.23	1.33	1.08	1.240	1.208

We kunnen zien dat de gemeten resultaten niet veel afwijken van het verwachte gemiddelde. De foutmarge die er in zit is hoogstwaarschijnlijk te wijden aan menselijke fouten tijdens het meten. Tijdens het testen en verdere observaties tijdens het project is het de onderzoekers opgevallen dat de drone nagenoeg perfect op de maat kan bewegen. Deze uitspraak is natuurlijk vatbaar voor observer bias en moet daarom niet als direct resultaat gezien worden, maar kan wel worden meegenomen bij interpretatie van de resultaten van de ritme test.

Discussie

In de resultaten valt te zien dat het geïnterpreteerde tempo van de muziekstukken niet exact gelijk is aan de gegeven tempo's. Wat opvalt is dat de tempo's van computer gegenereerde muziekstukken gelijk is aan die van de gebruikte door mensen geproduceerde muziekstukken. Er kan dus geconcludeerd worden dat alle gebruikte muziekstukken een perfect tempo hadden. Ook is er te zien dat de parser een ritme van 60 bpm opvat als 120 bpm en dus dubbel tempo rekent.

Uit de resultaten van de ritme test kan gezien worden dat het gemiddelde van de gemeten waarden heel dicht bij de verwachte waarden liggen.

Een kanttekening die gemaakt moet worden is dat de gebruikte methode om de afwijking te meten wel vatbaar is voor menselijke fouten. Het kan dus dat een deel van de marge gecreëerd is door vertraging met het stoppen en starten van de stopwatch.

Een andere reden dat de resultaten een kleine afwijking hebben, is dat de software die de muziek interpreteert al voor een afwijking zorgt.

Ook is er wegens technologische problemen met de drone besloten het onderzoek te versimpelen. Fase 4 is geschrapt en het interpreteren van complexe melodieën is ook aan vervolgonderzoek uitbesteed.

Zoals in de procedure besproken is de meetmethode van de ritme test verre van perfect. Door 4 personen te laten meten en een gemiddelde te nemen van de vier metingen is enig zins geprobeerd te compenseren voor menselijke fouten, maar het is uiteraard onmogelijk om die uit de data te halen.

Conclusie

Er blijkt dat een drone ritmisch kan bewegen op muziek. Dit kan voor elk muziekstuk worden gedaan waarin een waarneembaar ritme is te vinden. Binnen het gegeven tijdsbestek, en met de gegeven middelen en beschikte kennis van muziektheorie, bleek dat het niet mogelijk was om melodie uit een muziekstuk te extraheren en dit op een zinvolle manier in het bewegingspatroon van de drone te incorporeren.

Kijkend naar de resultaten in tabel 2 kan geconcludeerd worden dat de drone nauwelijks afwijkt van het perfecte ritme. De resultaten van de ritme test zijn positief.

Appendix A

A:

De muziekstukken zijn te vinden op <http://www.falksinke.nl/>

Referenties

- Duffy, Brian R (2003). “Anthropomorphism and the social robot”. In: *Robotics and autonomous systems* 42.3, p. 177–190.
- Hancock, Peter A e.a. (2011). “A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction”. In: *Human Factors* 53.5, p. 517–527.
- librosa (2017). “librosa”. In: <https://github.com/voodootikigod/node-rolling-spider> 1.1, p. 0–0.
- Mori, Masahiro, Karl F MacDorman en Norri Kageki (2012). “The uncanny valley [from the field]”. In: *IEEE Robotics & Automation Magazine* 19.2, p. 98–100.
- Powers, Aaron en Sara Kiesler (2006). “The advisor robot: tracing people’s mental model from a robot’s physical attributes”. In: *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction*. ACM, p. 218–225.
- United-Nations (2007). *World population prospects: The 2006 revision*. Deel 261. United Nations Publications.
- Williams, Chris (2017). “node rolling spider”. In: <https://github.com/voodootikigod/node-rolling-spider> 1.1, p. 0–0.