

NAO Butler

Kaj Meijer; 10509534
Danny Dijkzeul; 10554386
Shaun Sie; 10560017
Joram Wessels; 10631542

1 juli 2014

Samenvatting

Is het mogelijk om van een NAO robot een robot butler te programmeren? Dit werd getest door een aantal losse experimenten aan elkaar te koppelen. Er is geëxperimenteerd met het kunnen optillen van een blikje, het kunnen voortbewegen met een object in de handen van de NAO, het kunnen herkennen van een rood object en hier ook naartoe bewegen. En als laatste experiment is er gewerkt met gezichtsherkenning om het object terug te kunnen brengen naar de gewenste gebruiker. De NAO is in staat tot beeldverwerking, voortbewegen en kan zelfs zijn vingers bewegen, maar toch is hij niet geschikt als butler. Tijdens het testen van zijn beeldverwerkingsmogelijkheden bleek zijn camera onvoldoende resolutie te hebben om goed te kunnen functioneren. Het lopen maakt de NAO zodanig instabiel dat hij in ongeveer 30% van de gevallen omvalt. Het is gelukt om hem in deze gevallen op te laten staan, maar als hij een drankje aan het dragen is en het laat vallen lost dit niet het probleem op. Het oppakken van balletje dat naar de opdrachtgever gebracht moet worden veroorzaakt geen balansproblemen, maar het balletje wordt zelden succesvol opgepakt. Het transporteren van het balletje is daarom door de zelfde reden onsuccesvol gebleken, en het terugkeren naar de opdrachtgever krijgt weer te maken met dezelfde gebreken in de camera als voorheen waardoor gezichten niet altijd herkend worden. Een NAO is simpelweg niet geschikt als butler.

Introductie

Met het Wereldkampioenschap voetbal aan de gang wordt het verlangen naar een drankje tijdens de wedstrijd groter, maar aangezien er maar één rust is en men tijdens de gehele wedstrijd voorzien wilt zijn van bier of frisdrank ontstaat er een afzetmarkt voor kunstmatig intelligente butlers. Geïnspireerd door de 'walking fridge' van de welbekende Heineken reclame enige jaren geleden heeft men er behoefte aan de kunstmatige intelligentie te gebruiken om het huishoudelijk leven makkelijker te maken. Gezien de goede uitvoering van loopbewegingen die de NAO robot heeft laten zien tijdens de RoboCup, zal deze worden gekozen om als butler te dienen. Het onderzoek zal zich hierdoor bezighouden met het verkennen van de mogelijkheden om een NAO robot objecten te halen op commando, om op de lange termijn een robot te kunnen programmeren die volledig autonoom blikjes drinken kan apporteren. De onderzoeksvraag luidt: "Kan een NAO robot zo geprogrammeerd worden dat het vooraf gespecificeerde objecten kan vinden en transporteren?". Dit kan onderverdeeld worden in vier sub-vragen die het onderzoek in grote lijnen kunnen leiden: hoe kan een NAO objecten leren onderscheiden; hoe kan een NAO zo'n object oppakken; en hoe kan de NAO het object transporteren naar een gewenste locatie. De hypothese is dat een NAO als butler kan dienen voor het halen van simpele objecten. Dit vertrouwen komt voort uit de vele praktische problemen die de NAO in het verleden op heeft kunnen lossen. Resultaten hangen echter af van de specifieke soort NAO die gebruikt wordt, omdat de mogelijkheid tot het bewegen van de vingers, volgens de hypothese, van belang is tot het succes. Dit geldt ook voor de camera. De camera moet goed genoeg zijn om de objecten te kunnen herkennen.

Materialen en Methode

Er wordt gebruik gemaakt van een NAO. Dit type humanoïde robots heeft de mogelijkheid tot beeldverwerking door zijn camera, obstakels herkennen door sonar en heeft verschillende druksensors over heel zijn lichaam. De specifieke soort NAO die wij gebruiken is een NAO bleu, waar vanaf nu naar gerefereerd zal worden als de NAO. De NAO wordt aangestuurd door middel van Choregraphe, de bijgeleverde software voor het programmeren van een NAO, waarmee het gedrag via een draadloze internetverbinding in de NAO wordt geïnitieerd.

Als algemene aanpak voor het oplossen van de vier sub-vragen zullen experimenten uitgevoerd worden om zijn benodigde vaardigheden op de proef te stellen. Het probleem is versimpeld naar een situatie waar de NAO gevraagd wordt een object te vinden en halen. Voor het herkennen van objecten zal beeldverwerking nodig zijn. Kleurherkenning kan de NAO de mogelijkheid geven verschillende gekleurde blikjes te onderscheiden. Hierna zal er worden gekeken of de NAO naar het gevonden object toe kan lopen, vervolgens zal hij het object moeten oppakken, en als laatst het object vasthouden en naar een persoon laten lopen. Dit zal door middel van vallen en opstaan geëxperimenteerd worden, kijkend

welke methode het efficiëntst werkt. Als voor elk van deze vier problemen een werkende oplossing is gevonden worden ze gecombineerd om te kijken in hoeverre de oplossingen met elkaar overweg kunnen.

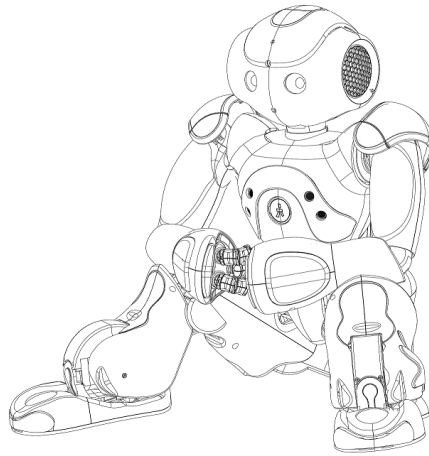
Voor deze experimenten worden 3 objecten gebruikt. Een rood balletje, een vol en een leeg blikje Coca Cola. Het balletje wordt gebruikt omdat de NAO al software heeft dat hiermee bekend is en het de gewenste kleur heeft. Het lege blikje is voor de vorm van het blikje, maar zonder het gewicht van een vol blikje. Het volle blikje wordt gebruikt omdat het ons einddoel is.

Bij het zoeken van het object en er naartoe lopen wordt het blikje op twee meter afstand van de NAO neergelegd. De NAO gaat eerst in een basishouding staan en bij het zien van het object die kant op lopen. Bij het bereiken van het blikje kan de NAO deze niet meer zien en zal hij deze proberen op te pakken. Hierbij wordt 'Walk Tracker' gebruikt, omdat deze een object kan identificeren en kan volgen. De NAO loopt hiermee automatisch richting het object. [2]

Het oppakken van het object bestaat uit een aantal verschillende stappen. Ten eerste staat de NAO helemaal recht op ter voorbereiding van het oppakken van het object. Vervolgens brengt hij zijn armen op schouderhoogte en schouderbreedte en brengt hij zijn handen in positie voor het grijpen. Daarna zakt hij door zijn knieën om op de hoogte van het object te komen. Dit doet hij in plaats van bukken omdat zijn zwaartepunt anders te ver naar voren komt en hij omvalt. Dan beweegt hij zijn schouder- en ellebooggewrichten om de handen om het object te klemmen. Tot slot komt hij weer omhoog. Zijn eindpositie leunt een beetje naar achteren, met zijn handen laag en tegen zijn lichaam aan. Dit is weer vanwege het zwaartepunt. [3]

Bij het teruglopen naar de opdrachtgever heeft de NAO een object in zijn handen. Hierbij moet het de loopalgoritme zodanig aangepast worden dat de armen niet van positie veranderen. Hierbij moet de NAO iets naar achter leunen, omdat de armen verder naar voren staan en bovendien iets dragen. Dit is nodig om de NAO in evenwicht te houden. Er wordt een parallel gedrag toegevoegd, dat de armactuatoren van zijn loopgedrag belemmert en op dezelfde positie houdt. [2] [3]

Voor het testen van de gezichtsdetectie worden er 4 personen gebruikt. Deze personen verschillen qua gezichtsvorm van elkaar, niet zozeer van huidskleur of geslacht. Hierbij worden deze personen met hun gezicht in het beeld van de NAO geplaatst op verschillende afstanden, namelijk 10 cm, 20 cm, 50 cm, 100 cm en 150 cm. Hierbij wordt er gekeken of de NAO een gezicht kan detecteren en er vervolgens naartoe kan lopen. Hiervoor wordt 'Walk Tracker' gebruikt, omdat deze een gezicht kan identificeren en vervolgens die richting op loopt. [2] [3]



Figuur 1: Een NAO [1]

Resultaten

Object oppakken

Uit het experiment van een object oppakken kwamen meerdere resultaten. Een vol blikje cola kan niet worden opgepakt. Dit komt doordat het blikje te zwaar is voor de zwakke vingers van de NAO. Daarnaast is het blikje erg glad hierdoor kan de NAO weinig grip krijgen op het blikje. Dit wordt ook mede weer veroorzaakt door het gewicht van het blikje.

Het lege blikje heeft niet het probleem met het gewicht, alleen is het blikje nog wel glad. Door de handen van de NAO aan de boven- en onderkant te positioneren was het mogelijk dit blikje op te pakken.

Uit de laatste test met de bal kwam het beste resultaat. De bal was lichter en de vorm is makkelijk te grijpen door de handen naar een kom te brengen. Er waren wel een paar tekortkomingen van de NAO. Hij kon niet laag genoeg bukken om een object van de grond op te pakken en zijn evenwicht te bewaren. Hierdoor moest het object op een verhoging van 20 cm gelegd worden.

Daarnaast zijn er soms ook problemen met de gewrichten van armen en polsen. Hierdoor draaien de polsen soms weg terwijl het object gepakt wordt.

Object vasthouden tijdens het lopen

Uit het eerste experiment bleek dat een blikje vast houden meerdere problemen met zich mee zou brengen. Daarom is ervoor gekozen om met de bal door te gaan experimenteren. Het is mogelijk voor de NAO om te kunnen lopen maar dan moet er rekening gehouden worden met zijn nieuwe zwaartepunt.

Dit komt doordat de NAO bij het lopen zijn evenwicht bewaart met zijn armen. Door zijn armen dicht bij de benen te houden wordt het zwaartepunt

meer gecentreerd en dit verkleint die kans op omvallen. Echter doordat de NAO hierna nog regelmatig omviel is daarna ook de rug wat naar achter gebogen om het zwaartepunt naar achteren te verplaatsen en zo het omvallen nog meer te voorkomen.

Object zoeken en er naartoe lopen

Het lukt de NAO in de meeste gevallen om de bal te localiseren en er naartoe te lopen, met valpartijen als gevolg van evenwichtsproblemen als uitzonderingen.

Met de box 'Walk Tracker' in Choregraphe kon de NAO, wanneer de bal gezien werd, er naartoe lopen. Als de bal uit het beeld verdwijnt, dan stopte dit gedrag en gaat de NAO verder met de bal pakken. Als de NAO onderweg viel, kon de NAO weer opstaan en liep hij weer naar de bal toe. De NAO zocht echter niet naar de bal. Hij bleef stil staan en ging pas verder met zijn gedrag als de bal in zijn zicht kwam. Als de bal uit het zicht van de NAO verdween, stopte de NAO ook met lopen en probeerde hij de bal op te pakken. Dit gebeurde ook als hij nog niet bij de bal is. Het balletje was ook vervangen door een blikje coca cola, maar de NAO herkende het blikje niet en liep er ook niet naartoe.

Naar persoon toe lopen

Afgezien van de incidenten waarin hij valt weet de NAO zich naar een gezicht toe te bewegen. Het hangt hierbij wel af van welk gezicht gebruikt wordt omdat sommige gezichten niet door hem worden geïdentificeerd.

Het naar een persoon toe lopen werkte hetzelfde als naar de bal toe lopen. Met de 'Walk Tracker' volgde de NAO nu een gezicht in plaats van een bal.

Met bijna alle testen was het de NAO niet gelukt om een gezicht te herkennen. Dit was getest met een gezicht in het midden van het beeld van verschillende afstanden. Ook was het getest met meerdere gezichten en de NAO kon maar een select aantal gezichten herkennen (dat het een gezicht was) en liep toen naar het gezicht toe. De NAO viel ook, wat per test verschilde, maar stond op door een loop met 'Stand Up' in Choregraphe.

Conclusie

de NAO lijkt niet in staat een goede butler te kunnen zijn. Zijn software geeft alle benodigde mogelijkheden maar dit specifieke type NAO robot heeft niet genoeg kracht in zijn vingers noch armen, om een vol blikje drinken te tillen en in balans te blijven. Lopen op zich schijnt vaak al niet te lukken zonder om te vallen door het gebrek aan precisie van de NAO. De hypothese is daarmee onwaar gebleken; een NAO kan niet zodanig geprogrammeerd worden dat hij als butler kan dienen doordat zijn hardware dit niet toelaat.

Discussie

De grootste problemen tijdens dit onderzoek kwamen voort uit de leeftijd van de robot. De camera legde geen scherpe beelden vast, waardoor weinig herkend kon worden. De NAO kon een rood balletje slechts tot op drie meter zien. Ook had hij problemen met het herkennen van gezichten vanwege de laatste resolutie. Daarnaast rolde de rechterpols niet altijd goed en leek de NAO meer te struikelen dan andere NAO's. Verder raakte het hoofd oververhit na lang gebruik, waardoor het testen van de code opgehouden werd.

Een ander probleem was dat er weinig documentatie te vinden was over Choregraphe. Hierdoor duurde het oplossen van fouten in de code vaak lang voor hun complexiteit.

Een van de verbeteringen die gemaakt kan worden is om de NAO actief te laten zoeken naar de bal met zijn camera. Vaak ligt de bal, ondanks dat hij in een rechte lijn voor de NAO ligt, te ver verwijderd van de NAO waardoor de bal niet gezien wordt. Als hij met zijn hoofd zou bewegen en actief zou zoeken naar de bal kan dit probleem worden opgelost. Hetzelfde geldt voor het zoeken naar een gezicht om naartoe te lopen.

Referenties

- [1] ”<https://community.aldebaran-robotics.com/doc/1-14/nao/practices.html>”.
- [2] Aaron D Ames, Eric A Cousineau, and Matthew J Powell. Dynamically stable bipedal robotic walking with nao via human-inspired hybrid zero dynamics. In *Proceedings of the 15th ACM international conference on Hybrid Systems: Computation and Control*, pages 135–144. ACM, 2012.
- [3] Arnoud Visser, Robert Iepsma, Maurits van Bellen, R Kumar Gupta, and Bardia Khalesi. Dutch nao team: Team description paper: Standard platform league: German open 2010. 2010.

Appendix

NAO 3.0 HARDWARE

- **MoederBord**

CPU
PROCESSOR ATOM Z530
Cache memory 512KB
Clock speed 1.6Ghz
FSB speed 533mHz
RAM 1GB
FLASH MEMORY 2GB
MICRO SDHC 8GB

- **Connectie**

ETHERNET 1xRJ45 - 10/100/1000 base T
WIFI IEEE 802.11b/g

- **Geluid**

LUIDSPREKER x2 lateral
Diameter 36mm
Impedance 8ohms
Sp level 87dB/w +/- 3dB
Freq range up to ~20kHz
Input 2W

- **Intern toestel**

GYROMETER x2
Axis 1 per gyrometer
Precision 5%
Angular speed ~500 degrees/s
ACCELEROMETER x1
Axis 3
Precision 1%
Acceleration ~2g

- **Software**

OPEN NAO Embedded GNU/Linux
Distribution based on Gentoo
ARCHITECTUUR x86
PROGRAMMING Embedded: C++ / Python
Remote: C++ / Python / .NET / Java / MatLab

- **Behuizing**

DIMENSIE (HxDxW) 573x275x311mm / 22.5x10.8x12.2 inch
GEWICHT 5.2kg / 11.4 lb
CONSTRUCTION MATERIAL ABS-PC / PA-66 / XCF-30

- **Camera**

CAMERAS x2 front
Sensor model MT9M114
Sensor type SOC Image Sensor
IMAGING ARRAY Resolution 1.22MP
Optical format 1/6inch
Active Pixels (HxV) 1288x968
SENSITIVITY Pixel size 1.9 micrometer
Dynamic range 70dB
Signal/Noise ratio (max) 37dB
Responsivity 2.24 V/lux-sec (960p) 8.96 V/lux-sec (VGA)
OUTPUT Camera output 960p@30fps
Data Format YUV422
Shutter type ERS (Electronic Rolling Shutter)
VIEW Field of view 72.6 degrees DFOV (60.9 degrees HFOV,47.6VFOV)
Focus range 30cm ~ infinity
Focus type Fixed focus
FRAMERATE
Resolutie Locaal Gigabit Ethernet 100Mb Ethernet Wifi g
160x120px 30fps 30fps 30fps 30fps
320x240px 30fps 30fps 30fps 11fps
640x480px 30fps 30fps 12fps 2.5fps
960p 29fps 10fps 3fps 0.5fps

- **Graden van vrijheid**

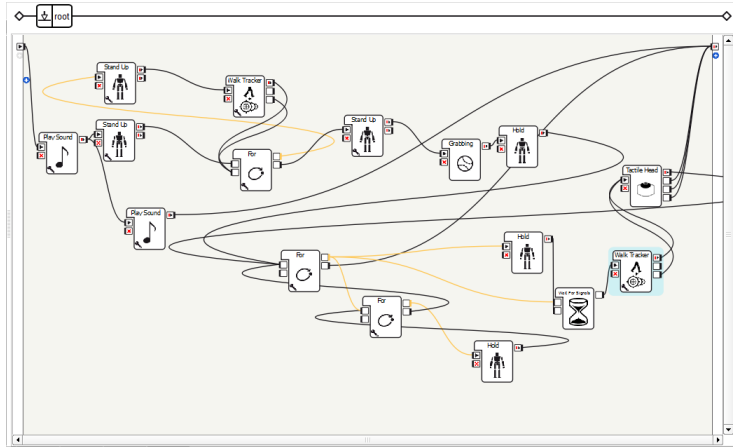
HOOFD x2 GVV
ARM (in each) x5 GVV
BEKKEN x1 GVV
BEEN (in each) x5 GVV
HAND (in each) x1 GVV

- **Software**

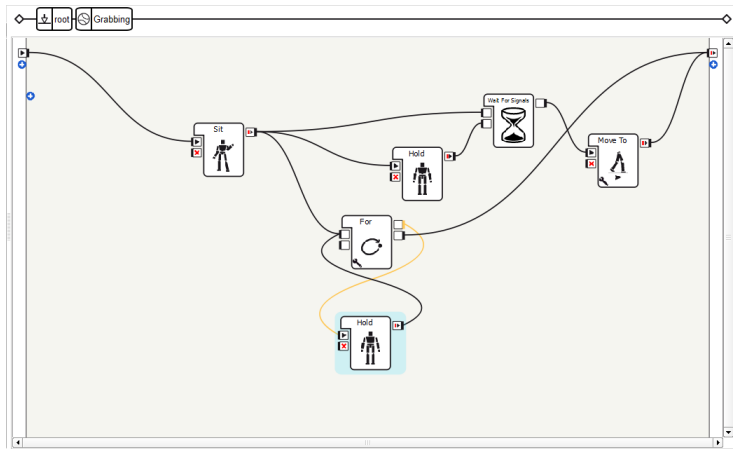
Choregraphe

Version 1.14.5
Trial license

Website : www.aldebaran-robotics.com
Copyright (C) 2007-2013



Figuur 2: Root



Figuur 3: Grabbing