

UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM

---

# Co-op Robot Voetbal

---

*Studenten:*

Tjalling Haije 10346236

Renee Witsenburg 10001388

Giovanni Kastanja 10467149

*Vak:*

Zoeken, sturen en bewegen

July 4, 2014

## I. Inleiding

Op het gebied van Robotica en Kunstmatige Intelligentie is de Robocup en Robocup junior zeer bekend. Een van de onderdelen van de Robocup is het robotvoetbal. Twee teams van NAO robots strijden tegen elkaar, met als doel het maken van doelpunten. Hierbij komt veel kijken, zoals beeldverwerking, path planning, kinematica en samenwerking. Communicatie wordt voor samenwerking als noodzakelijk gezien, maar is dat ook echt zo?

Met dit onderzoek wordt gekeken naar de mogelijkheid om samenwerking te bereiken tussen robots. Deze samenwerking is zonder communicatie tussen de robots binnen het team. Met andere woorden: de robots maken onafhankelijk van elkaar de 'juiste' beslissing, om een gezamenlijk doel te bereiken.

## II. Hypothese

*Kunnen robots zonder onderlinge communicatie een gedeeld doel bereiken, doormiddel van samenwerking?*

Dit komt meer overeen met voetbal zoals dit door mensen wordt gespeeld, hierbij wordt ook niet elke actie van te voren gecommuniceerd. Samenwerking wordt hier toch bereikt door ingestudeerde patronen, zoals een een-tweetje. Ook bij basketbal wordt er, afhankelijk van de situatie, een bepaald patroon uitgevoerd, dit kan een series van passes zijn of loopacties. Het belangrijkste is dus het herkennen van de situatie en het anticiperen erop.

Is het mogelijk voor robots om zonder onderlinge communicatie een gedeeld doel te bereiken? Als men naar de eigenschappen van robots kijkt, zijn deze bij uitstek

geschikt voor deze methode. Ze kunnen geen dingen vergeten, vaste patronen kunnen worden geprogrammeerd en voor een robot zijn deze instructies absoluut. Hierdoor krijgt men geen afwijkend gedrag.

Gehypothetiseerd werd dus dat onderlinge communicatie tussen robots, die werken tot een gezamenlijk doel, niet essentieel was om tot dat doel te komen.

Specifiek, voor deze week, werd getracht bereikt te worden dat twee LEGO Mindstorm EV3 robots, zonder onderlinge communicatie, samenspel konden vertonen en een doelpunt konden scoren.

Om dit te bereiken is het "Living Robots with EV3"-project [1] als blauwdruk voor dit onderzoek gebruikt. Bij dat project werd een LEGO Mindstorm EV3 robot in elkaar gezet en uitgerust met sensoren en actuatoren om het zo te laten interacteren met zijn omgeving.

Ook is er al eerder onderzoek verricht naar het concept van geen communicatie tussen robots, door Arkin, R. C. (1992).[2] Bij dat onderzoek werd er geprobeerd aan te tonen dat communicatie tussen robots niet cruciaal of zelfs belemmerend is en werden strategieën geïmplementeerd om objecten gezamenlijk te vinden en naar een bepaalde plek te brengen. Dit onderzoek borduurt op dit concept voort door specifiek voetbal en basketbal strategieën te implementeren.

## III. Materiaal en Methode

Dit onderzoek is uitgevoerd op het Sciencepark te Amsterdam met behulp van 2 LEGO Mindstorms EV3 Robots. Deze bestaan uit een centrale besturingsmodelle welke kan worden geplaatst in een zelfgebouwde creatie bestaande uit sensoren, motoren en lego. De module is normaal

programmeerbaar in C, maar voor dit onderzoek is gekozen voor leJOS wat het mogelijk maakt om in Java te programmeren. Dit is gedaan met in de korte tijd voor het project en onze affiniteit voor Java in overweging.

Het gebruikte programma voor het programmeren is Eclipse SDK3, met een leJOS plugin 0.8.1 voor directe communicatie tussen Eclipse en de robot.

Daarnaast zijn ook verschillende sensors gebruikt: LEGO Mindstorms EV3 Gyro Sensor:

De EV3 Gyro Sensor bevat een gyroscopische sensor die beweging detecteert en de rotatie in aantal graden per seconde teruggeeft. [2]

HiTechnic IRBall soccer ball:

Deze bal bevat 20 infrarood LED-lampjes, die twee modi hebben van het afgeven van een signaal. het zogenaamde pulse-mode, deze modus maakt het makkelijker om de bal te detecteren bij een slech verlichte achtergrond en non-pulse mode.[3]

HiTechnic NXT IRSeeker V2 Sensor:

Deze sensor heeft een speciaal ontworpen lens en 5 interne sensoren. Deze sensoren kunnen infrarood signalen detecteren tot 240 graden om de sensor heen. De sensor geeft aan waar het signaal vandaan komt en de sterkte van het signaal. Dit maakt het relatief makkelijker om een signaal te vinden en de relatieve afstand tussen sensor en object te bepalen.[4]

Deze robots bestaan uit LEGO Technic onderdelen. Als eerste zijn de robots uitgerust met motoren en sensoren. Daarnaast is er voor beiden robots een apart design gemaakt, zodat de ene de bal kan verplaatsen en de ander de bal kan schoppen.

Het team bestaat uit twee niet identieke

robots. Per robot is er daarom ook een ander programma geschreven.

De holonomische robot was al geconstrueerd door groepslid Renee zoals te zien in Figuur 1. De non holonomische robot is eerst nog geconstrueerd. Er is hier gekozen voor twee gewone wielen aangesloten op ieder een Lego EV3 Large motor.

Daarnaast is een schopmechanisme geconstrueerd welke is aangesloten op een Lego EV3 Medium motor. Dit schopmechanisme trapt de bal recht vooruit.

Daarnaast zijn de IR sensor en Ultrasoon sensor ook aan de voorkant geplaatst. De Gyro sensor is bovenop de robot geplaatst. Het gedrag van de robot werd bepaald aan de hand van de IR sensor waardes, als de bal was gevonden werd op basis van de Ultrasoon sensor naar de bal gereden.

De robot heeft een aantal basis bewegingen nodig. Het ligt aan het model op welke basis de motoren moeten draaien om te bewegen om naar voren te rijden. Daarnaast moet er een motor een soort schop mechanisme kunnen aansturen. Eventueel kan hier een aparte klasse van gemaakt worden.

De infrarood zoek-sensor die wij gebruikt hebben, kan meten waar het infrarode licht vandaan komt. Door dit te meten kunnen we gericht naar de voetbal toe rijden.

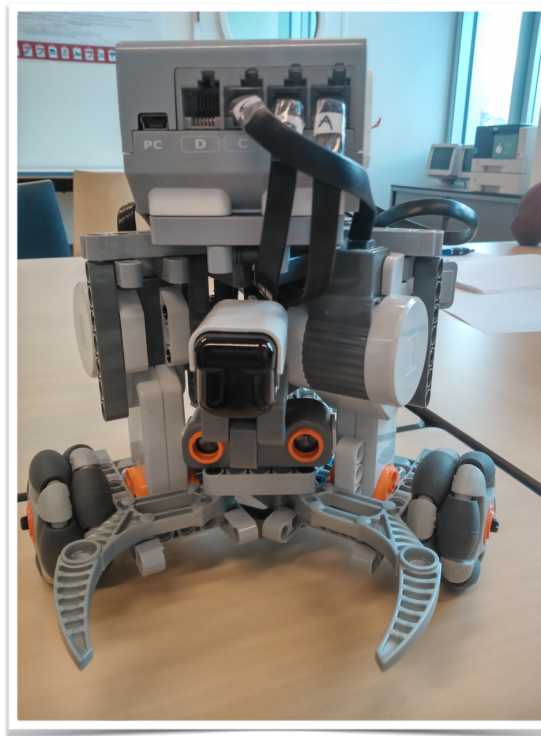
De gyro sensor gebruiken we om de heading (welke kant de robot uitkijkt, uitgedrukt in graden) van de robot te bepalen en op deze manier weer terug te sturen naar onze originele heading.

Het is mogelijk om een aantal endgames voor het voetbal te programmeren op basis waar de bal en de twee robots zijn.

Om een juist pad in het voetbalveld te kiezen, werken we met de relatieve positie van de robot ten opzichte van de startpositie van de robot. Dit gebeurt met behulp van odometrie. Met de motoren kunnen we met het aantal omwentelingen tellen en ge-

bruiken om de positie en de heading van de robot te bepalen. Met een navigator bepalen we het kortste pad naar de doelpositie, het doel om te scoren. In eerste instantie rijden de robots op de IR ball af om deze te bemachtigen. Vanuit daar wordt het pad naar het doel gepland.

Samen spelen zonder enige vorm van communicatie is erg lastig. We hebben geprobeerd met de ultrasone sensor de directe omgeving in kaart te brengen. Dit is echter niet heel erg precies en ook als de medespeler te ver weg staat kan de robot geen lokatie van de medespeler bepalen.



Figuur 1: De holonomische robot

## IV. Resultaten

Door het gebrek aan materiaal zijn er in dit onderzoek twee verschillende robots gebruikt. De holonomische robot (figuur 1) heeft andere wielen en vergt dus ook een andere implementatie voor het bewegen, zoeken en sturen dan de non holonomische robot. De code is echter voor beide robots in principe hetzelfde, het enige verschil is de implementatie.

### IV..I Holonomische robot

Voor de holonomische robot hebben we in eerste instantie zelf een klasse in Java geschreven om de beweging inclusief de heading van de robot aan te sturen.

Toen dit eenmaal goed werkte zijn we per sensor aan de slag gegaan om goed gebruik te kunnen maken van de sensoren die we tot onze beschikking hadden. In eerste instantie alleen de richting van de bal ten opzichte van de robot, zodat de robot de bal kon volgen en in balbezit kon komen. Later kwam daar de gyro sensor van LEGO bij om de heading te bepalen en de ultrasone sensor om te checken of de bal in bezit van de robot was. Later is hier het nodige aan veranderd. Er blijkt in de Java bibliotheek die we gebruiken hebben een OmniPilot klasse te zitten waarvan gebruik wordt gemaakt voor een navigator. De navigator gebruiken we voor het plannen van het pad in de kaart. De OmniPilot kan zelf de robot aansturen zonder

de in eerste instantie zelf geschreven klasse. Voordeel van de OmniPilot is dat deze de relatieve positie en heading van de robot bij kan houden.

Met de navigator kan er door de vooraf opgegeven kaart genavigeerd worden. Met behulp van mapping kan er ook direct gecontroleerd worden of het opgegeven doel binnen de kaart ligt.

De robot kan nu zelfstandig een IR-voetbal volgen. Ook wordt de lokatie en heading goed bijgehouden.

## IV..II Non holonomische robot

Voor de non holonomische robot is dezelfde methode gebruikt als voor de holonomische robot. Een verschil hier echter was dat de non holonomische robot eerst nog moest worden geconstrueerd. Doordat deze robot standaard motoren en wielen heeft, konden de standaard aandrijfmethodes worden gebruikt zoals

```
motor.rotate(angle)
```

en

```
motor.forward()
```

. Dit maakte de implementatie voor het bewegen gemakkelijk. Hierna zijn de sensors geïmplementeerd op dezelfde wijze als in de holonomische robot.

De uiteindelijke functionaliteit van de robot is als in Figuur 2, en kan als volgt worden omschreven:

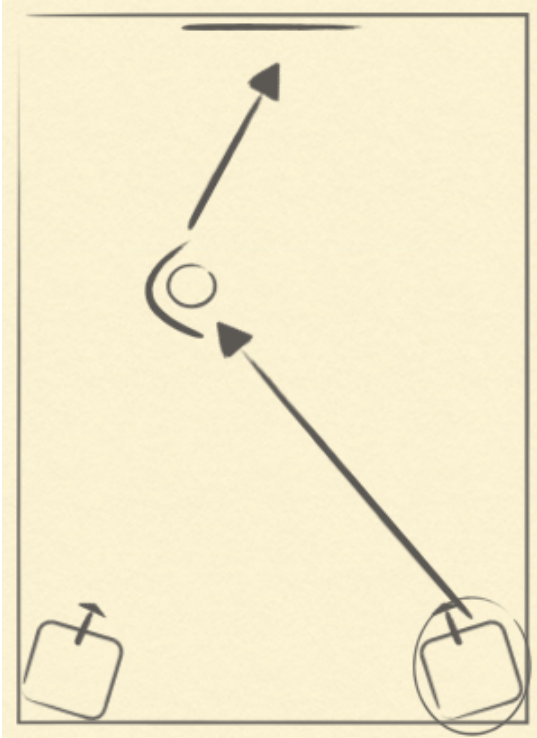
De robot begint met een oriëntatie fase. Na het opstarten draait de robot een rondje van 360 graden op zijn plek in stappen van 30 graden. Dit wordt gedaan door de motors te activeren, totdat de gyrosensor 30 graden meer aangeeft als de begin hoek. Vervolgens

zoekt hij iedere stap naar de bal met de IR sensor, en naar een object recht voor hem met de Ultrasoon sensor. De robot start richting de goal, dus de ultrasoon reading hiervan wordt opgeslagen in een array als goal. Vervolgens wordt gezocht naar de bal en zijn afstand, de IR sensor geeft dan hoek 0 als de bal zich recht voor de robot bevindt. Als laatste wordt de andere robot opgeslagen als de ultrasoon reading een waarde teruggeeft maar het niet de IR bal is. Dit wordt weergegeven in Figuur 2 met het rondje om de robot rechtsonder.

Vervolgens komt de zoek en stuur fase. De robot draait totdat de IR sensor 0 leest en de IR bal zich recht voor de robot bevindt.

Als laatste komt de beweeg fase. De robot rijdt rechttuit tot de ultrasoon sensor een waarde van 0.10(m) leest. Vervolgens wordt de bal met een trap mechanisme geraakt.

In tegenstelling tot de holonomische robot maakt deze robot dus nog geen gebruik van een navigator klasse. Hiertegenover staat dat de non holonomische robot zich wel kan oriënteren en de bal gericht kan wegschoppen.



Figuur 2: Rechtsonder de actieve robot, in het midden de bal en boven het goal.

## V. Conclusie en Discussie

Met de resultaten die we tot nu toe hebben verzameld kunnen we (nog) niet concluderen of de robots zonder communicatie een goal kunnen scoren.

Echter, dit wil niet zeggen dat het onmogelijk is.

Zp kunnen we wel concluderen dat een lokatiebepaling per robot mogelijk is zonder communicatie, zo kan de ene robot zich oriënteren en de andere robot kan zich navigeren als de lokaties bekend zijn. Het nauwkeurig en betrouwbaar krijgen van deze twee functies is echter erg moeilijk door gebreken van de gebruikte hardware.

Voor ons was het erg moeilijk om in een zeer korte tijd met hardware en met

software een goed resultaat neer te kunnen zetten. Daarom hebben we ook niet het volledige onderzoek kunnen uitvoeren. Echter hebben we wel een redelijke lokatiebepaling van het eigen object kunnen doen met de odometrie methode. Daarnaast is het navigeren, sturen en bewegen naar de bal ook gelukt.

Bij meer ontwikkelingstijd hadden we aan de hand van de lokaties van medespelers en de bal een patroon kunnen spelen.

In verder onderzoek zou er kunnen worden voort gebouwd op de resultaten en de methodes die we nu verkregen hebben. Daarnaast zou hetzelfde onderzoek ook met een communicatiebrug tussen de twee robots gedaan kunnen worden om de resultaten te vergelijken. In vervolg onderzoek zou ook kunnen worden gekozen voor andere hardware met betrouwbaardere sensoren. Zo zou ook een sonar kunnen worden gebruikt voor de lokatiebepaling.

Een ander mogelijk vervolgonderzoek is bekijken van verschillende soorten communicatie tussen robots. Bijvoorbeeld communicatie die direct verloopt tussen de robots met behulp van bluetooth of tussenkomst van een computer die de strategie van het spel bepaald. Wanneer er een extra computer in het spel komt, dan zullen de rollen van de individuele robots ook moeten worden aangepast. Hierbij zullen er master-slave relaties ontstaan. Daardoor vervalt dus de eis dat de robots autonoom kunnen handelen met de data die de robot tot zijn beschikking heeft. Hierbij kan wel meer worden gefocused op de samenwerking tussen robots om zo het best mogelijke resultaat te behalen.

## VI. Appendix

LEGO Website. EV3 Gyro Sensor. Bezocht  
3 juli: [http://shop.lego.com/en-NL/EV3-  
Gyro-Sensor-45505](http://shop.lego.com/en-NL/EV3-Gyro-Sensor-45505)

### VI.I Materiaal

2 Lego Mindstorms EV3's  
2 LEGO Mindstorms EV3 Gyro Sensors  
2 LEGO Mindstorms EV3 Ultrasonic Sen-  
sors  
HiTechnic NXT IRSeeker V2 Sensor  
3 HiTechnic omniwheels  
HiTechnic IRBall soccer ball  
2 micro SD kaarten

### VI.II Software

EV3's draaien op Linux Eclipse SDK  
Lejos Beta 0.8.1, Java VM voor EV3  
Java Runtime Environment 1.7

### VI.III Bestanden

Main.java // Robot 1 zonder omni wheels  
SoccerBot.java // Robot 2 met omniwheels  
Omniwheels.java

## VII. Bronverwijzing

[1] Living Robots project  
<https://github.com/jabrena/livingrobots>  
[2] Arkin, Ronald C. "Cooperation  
without communication: Multia-  
gent schema-based robot naviga-  
tion." Journal of Robotic Systems 9.3  
(1992): 351-364. [3] HiTechnic Web-  
site. NXT IRSeeker V2. Bezocht 3  
juli: [https://www.hitechnic.com/cgi-  
bin/commerce.cgi?preadd=actionkey=NSK1042](https://www.hitechnic.com/cgi-bin/commerce.cgi?preadd=actionkey=NSK1042)  
HiTechnic Website. HiTechnic In-  
frared Electronic Ball. Bezocht 3  
juli: [https://www.hitechnic.com/cgi-  
bin/commerce.cgi?preadd=actionkey=IRB1005](https://www.hitechnic.com/cgi-bin/commerce.cgi?preadd=actionkey=IRB1005)