

# Open source software voor objecttracking met behulp van markers: een vergelijkende studie

Kelchtermans Andries

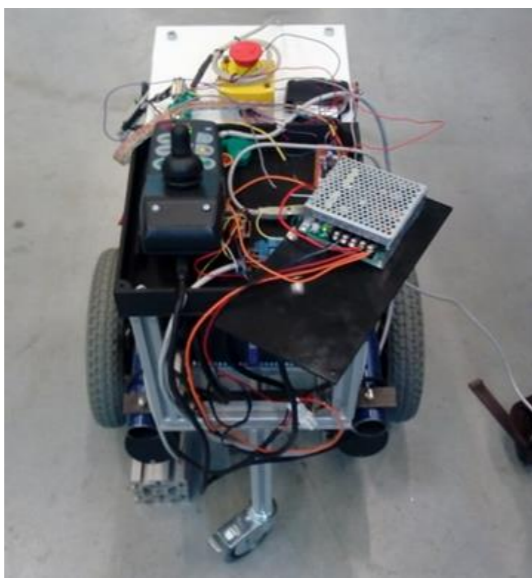
Master IW energie

## Inleiding

In de samenleving en industrie van vandaag is tracking een snelgroeende technologie met talloze toepassingen. Deze toepassingen zijn echter ver uiteenlopend, wat als probleem geeft dat er geen algemene oplossing bestaat en daarom zal elke casus apart behandeld moeten worden. Deze thesis spijst zich daarom toe op drie casussen die intern op het onderzoekscentrum ACRO lopende zijn op het moment van deze thesis. Casus één (Kalibratie bewegingsmodel gidsrobot) is een lopende masterproef van twee medestudenten, casus twee (Tracking van objecten bij een mens-robotsamenwerking) en casus drie (Tracking van objecten en personen voor een mobiele robot) zijn beide lopende doctoraatsonderzoeken.

### Kalibratie bewegingsmodel gidsrobot

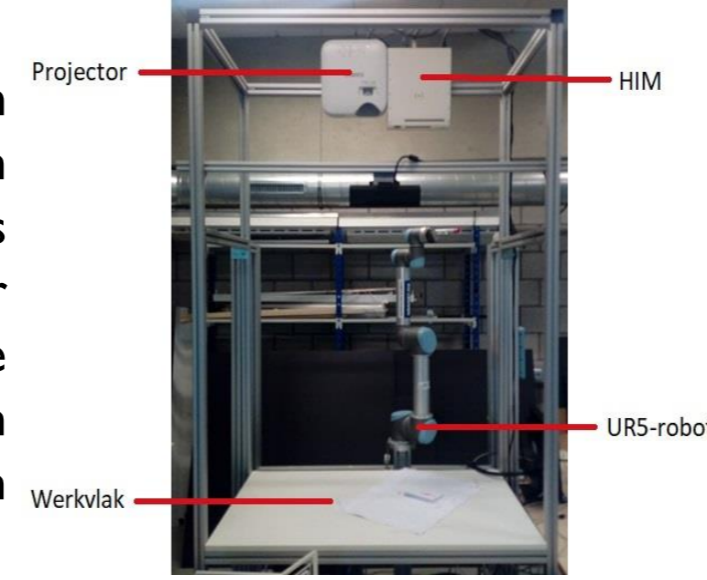
Het doel is om de robot recht te laten rijden, hiervoor is het bewegingsmodel van de robot nodig. Om dit model te kunnen maken, heeft men de aansturingen en de feitelijke beweging van de robot over de tijd nodig. Voor de aansturing en beweging van de wielen gebruikt men encoders. De werkelijke beweging moet a.d.h.v. cameradetectie gebeuren.



Figuur 1: De gidsrobot

### Tracking van objecten bij een mens-robotsamenwerking

Het doel van deze casus is om de mens te superviseren en instructies te geven. Dit alles wordt mogelijk gemaakt door een samenwerking tussen de HIM (human interface mate) en het tracken van de onderdelen van een assemblageetaak.



Figuur 2: Opstelling mens-robotsamenwerking

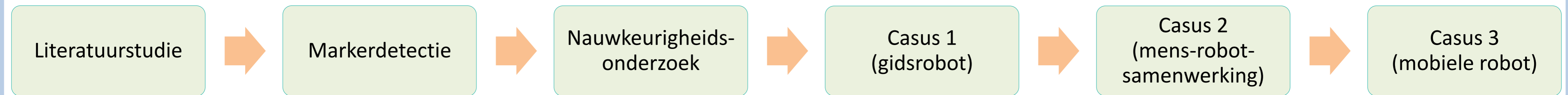
### Tracking van objecten en personen voor een mobiele robot

Een mobiele robot moet zich een weg afleggen in een dynamische omgeving met bewegende personen en objecten zonder botsingen. Dit kan d.m.v. tracking en data-associatie van alle objecten in de omgeving. Zodat de robot ook objecten kan blijven tracken die tijdelijk niet te zien zijn. Een voorbeeld van een mobiele robot is de Turtlebot 2i (zie Figuur 3).



Figuur 3: CAD-model Turtlebot 2i [1]

## Aanpak

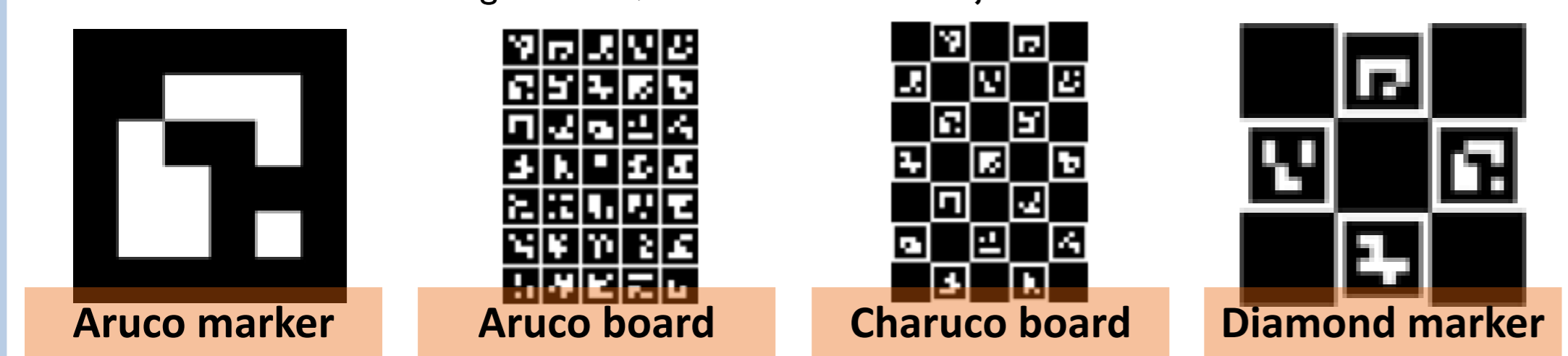


### Literatuurstudie

Uit de literatuurstudie is gebleken dat detectie te processor-intensief is en dat deze masterproef niet over de middelen beschikt om dit kwalitatief te doen. Daarom wordt dit benaderd a.d.h.v. marker detectie, maar aangezien deze scriptie dient als samenvatting van technieken voor lopende onderzoeken is de literatuurstudie zeer uitgebreid gemaakt.

### Markerdetectie

Voor de (marker) detectie is er gebruik gemaakt van de Aruco-module, deze module is een onderdeel van de open source bibliotheek van OpenCV. In Figuur 4 staan de vier types markers afgebeeld. Door enkele aanpassingen aan de code van de Aruco-module is het mogelijk om zowel de rotatie als de translatie volgens de X,Y en Z-as uit te schrijven naar een CSV-file.



Figuur 4: Markers van de Aruco-module (OpenCV)

### Nauwkeurigheidsonderzoek

In het onderzoek zijn er drie testen gedaan op basis van juistheid en precisie. De vier type markers zijn getest op cameravervorming, op een constant beeld en op een bewegend beeld.

**Cameravervorming:** Om deze te testen zijn er cameraparameters opgesteld d.m.v. kalibratie en zijn deze ook opgeslagen zonder de vervormingsparameters. Vervolgens zijn dezelfde camerabeelden getest met verschillende cameraparameters en werden deze resultaten vergeleken. Zoals verwacht corrigeren de cameraparameters de afwijkingen van de camera en zorgen ze daarom voor een betere nauwkeurigheid.

Tabel 1: Resultaten nauwkeurigheid voor een constant beeld

	Aruco marker	Aruco board	Charuco	Diamond
precisie	1,56E-03	6,91E-07	7,56E-09	1,61E-04
juistheid	2,12E-04	/	/	1,26E-04

**Constant beeld:** Hiervoor zijn de vier types markers vergeleken voor een stilstaand beeld. De gegevens hiervan staan in Tabel 1 (in meters uitgedrukt).

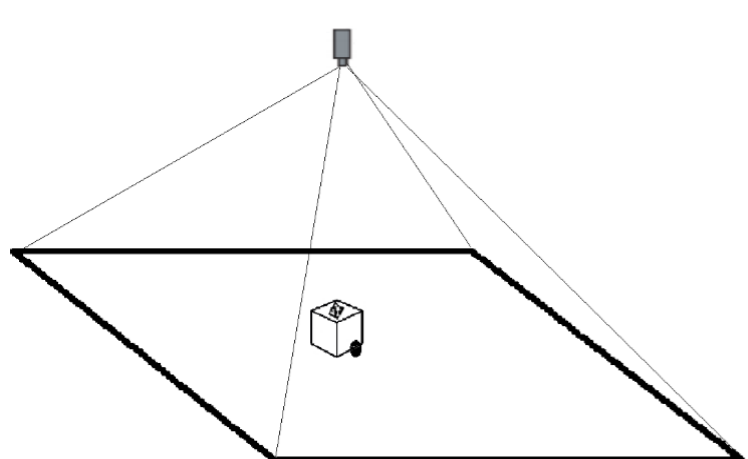
Tabel 2: Resultaten nauwkeurigheid voor een bewegend beeld

	Aruco marker	Aruco board	Charuco	Diamond
Precisie	7,44E-03	5,45E-04	2,77E-04	4,37E-04
Juistheid	3,96E-03	6,79E-04	3,58E-04	5,45E-04

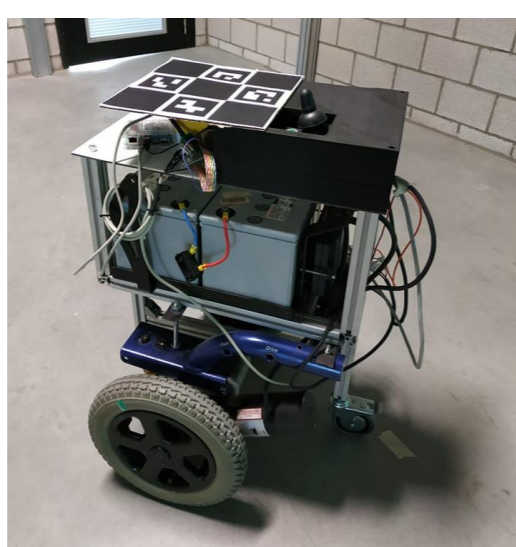
**Bewegend beeld:** Analoog met de vorige test zijn de vier types markers vergeleken met elkaar. In Tabel 2 (in meter) staan de resultaten voor de nauwkeurigheid van de markers t.o.v. een lineaire beweging.

### Kalibratie bewegingsmodel gidsrobot

In plaats van de gidsrobot in camerabeelden te detecteren, zal men door middel van een marker op de gidsrobot te plaatsen (Figuur 6) de marker detecteren. De opstelling hiervoor staat in Figuur 5. Hierdoor is het eenvoudiger om de positie en pose in 3D t.o.v. de camera te achterhalen. Vervolgens worden de positie en pose van de robot uitgeschreven naar een CSV-file om zo het bewegingsmodel te berekenen.



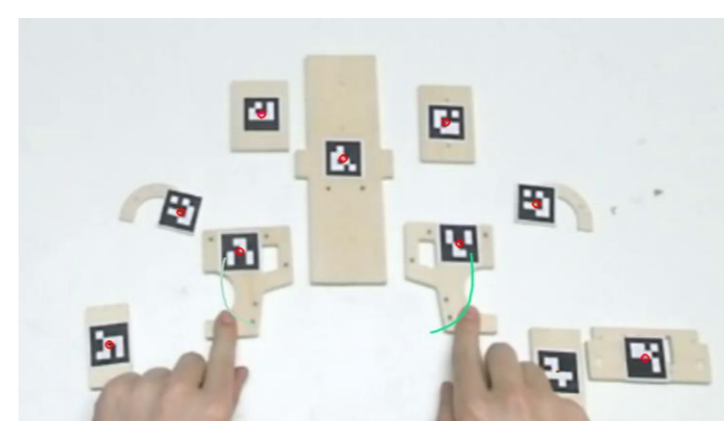
Figuur 5: Opstelling detecteren marker gidsrobot



Figuur 6: Marker op gidsrobot

### Tracking van objecten bij een mens-robotsamenwerking

Zoals vermeld zal er een benadering voor de detectie uitgevoerd worden, dit d.m.v. de markerdetectie. Verder zal het ontworpen programma gebruik maken van de Kalman-filter om de objecten doorheen de frames te tracken. Om de objecten aan het correcte traject toe te wijzen, wordt de associatie gerealiseerd door het Hongaars algoritme. De kostmatrix van dit algoritme is opgesteld aan de hand van de afstand tussen de voorspelde locatie van elk traject (door Kalman-filter) en de gevonden objecten. Dit programma is getest op een beeldfragment van de assemblage van een speelgoedauto. Een verwerkt frame hiervan is op Figuur 7 afgebeeld.



Figuur 7: frame van het trackingsprogramma

### Tracking van objecten en personen voor een mobiele robot

Zoals de aanpak aantoont, is casus drie de laatste stap. Aangezien hiervoor niet de financiële middelen ter beschikking staan, is het enkel mogelijk om voorstellen te doen. Voor detectie is hier dan ook de optie om dit met de laserscanner en beeldverwerking samen of elk apart te doen. Voor de data-associatie is het de beste keuze om zowel het bewegingsmodel als de verschijning van de objecten te gebruiken als associatiecriteria. Vervolgens zijn er drie voorstellen voor de associatie zelf: multi hypothe theorie in combinatie met het Viterbi algoritme, multi hypothe theorie in combinatie met de GRASP-methode en het Hongaars algoritme. Voor het opstellen van de bewegingsmodellen is het mogelijk om de extended Kalman-filter te gebruiken of voor elk type object dat getrackt moet worden een specifiek bewegingsmodel op te stellen.