

Studie naar autonoom transport van rolstoelgebruikers in zorgcentrum Sint Oda: concept, kaartopbouw, lokalisatie en taaksequentiëring

Hendrik Clijsters

Joris Ohmstede

Master IW energie

Master IW energie

Situering

Sint Oda is een zorgcentrum te Pelt voor mensen met een mentale en/of fysieke beperking. Het terrein is 17 hectare groot en bestaat uit meerdere **leefgroepen** (Figuur 1). Deze leefgroepen liggen verspreid over het hele terrein. Centraal gelegen in het zorgcentrum ligt een activiteitscentrum genaamd **Sens-city** (Figuur 2).



Figuur 1: Leefgroep [1]



Figuur 2: Sens-city [2]

Probleem en doelstelling

Het **transporteren** van **zorgbezoekenden** in een **rolstoel** naar het activiteitscentrum blijkt tijdrovend en fysiek zwaar te zijn, ook wanneer de begeleiders meerdere rolstoelen tegelijk duwen (Figuur 3). Sint Oda wil voor dit vervoer geen extra personeel inhuren. Verder moet de kans op een menselijke fout klein zijn. Om deze reden zoekt Sint Oda naar een **autonome oplossing**. Deze masterproef dient als eerste studie voor het automatiseren van dit transport.

De doelstellingen zijn de volgende:

- Uitvoeren van een conceptuele studie naar de beste oplossing;
- evaluatie van outdoor kaartopbouw en lokalisatie;
- taaksequentiëring van het gedrag voor een autonoom voertuig opstellen.



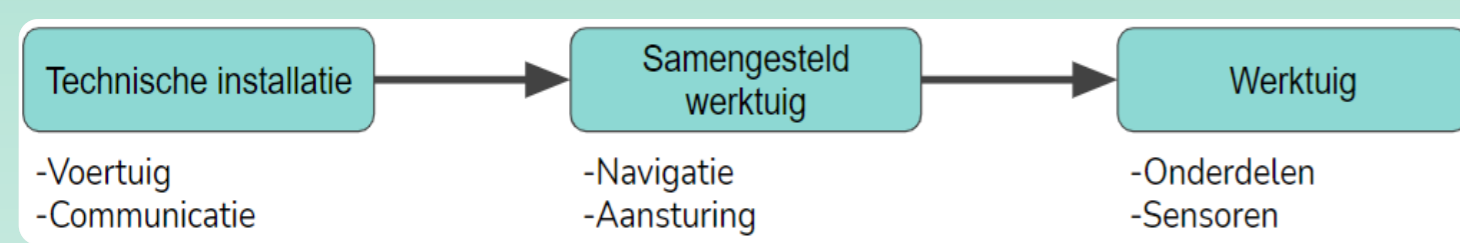
Figuur 3: Verplaatsing twee rolstoelen

Conceptuele studie

Voor de conceptuele studie zijn de volgende voorbereidingen uitgewerkt:

- Schrijven van uitgebreide **literatuurstudie** omtrent rolstoelgebruiker transport en AGV's [4];
- opstellen van een **eisenlijst** in samenwerking met Sint Oda;
- toekennen van "belangrijkheid" **factor** aan elke eis.

De conceptuele studie is gemaakt a.d.h.v. de "van den Kroonenberg" methode. Deze gaat uit van een algemene gedachtegang waarin elke stap de oplossing specifiekere uitwerkt. De eisenlijst laat toe om de oplossingen voor elk deelprobleem te vergelijken en te evalueren.



Figuur 4: Van den Kroonenberg methode in de conceptuele studie

De conclusie uit deze conceptuele studie is het gebruik van:

- een **autonome conversie** van een Jecam huifkar (Figuur 5) of één van de elektrische wagens van Sint Oda (Figuur 6);
- baknavigatie en natuurlijke navigatie;
- NUC (industriële computer);
- PLC;
- LIDAR;
- stereo camera;
- RTK-GPS;
- dead-reckoning sensoren;
- D* Lite pad planning algoritme;
- laser safety.



Figuur 5: Jecam huifkar [3]

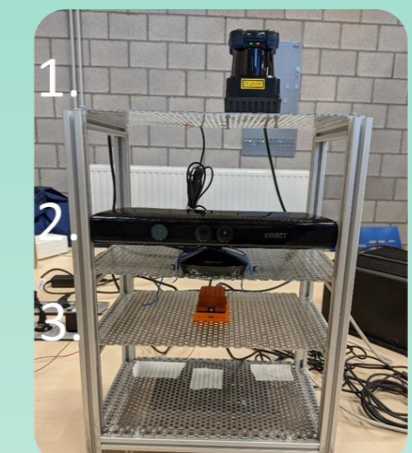


Figuur 6: Elektrische wagen

Evaluatie outdoor kaartopbouw en lokalisatie

Voor het testen en evalueren van de outdoor kaartopbouw en lokalisatie is een literatuurstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden binnen ROS. Vervolgens is een sensorplatform (Figuur 7) opgebouwd met de volgende sensoren:

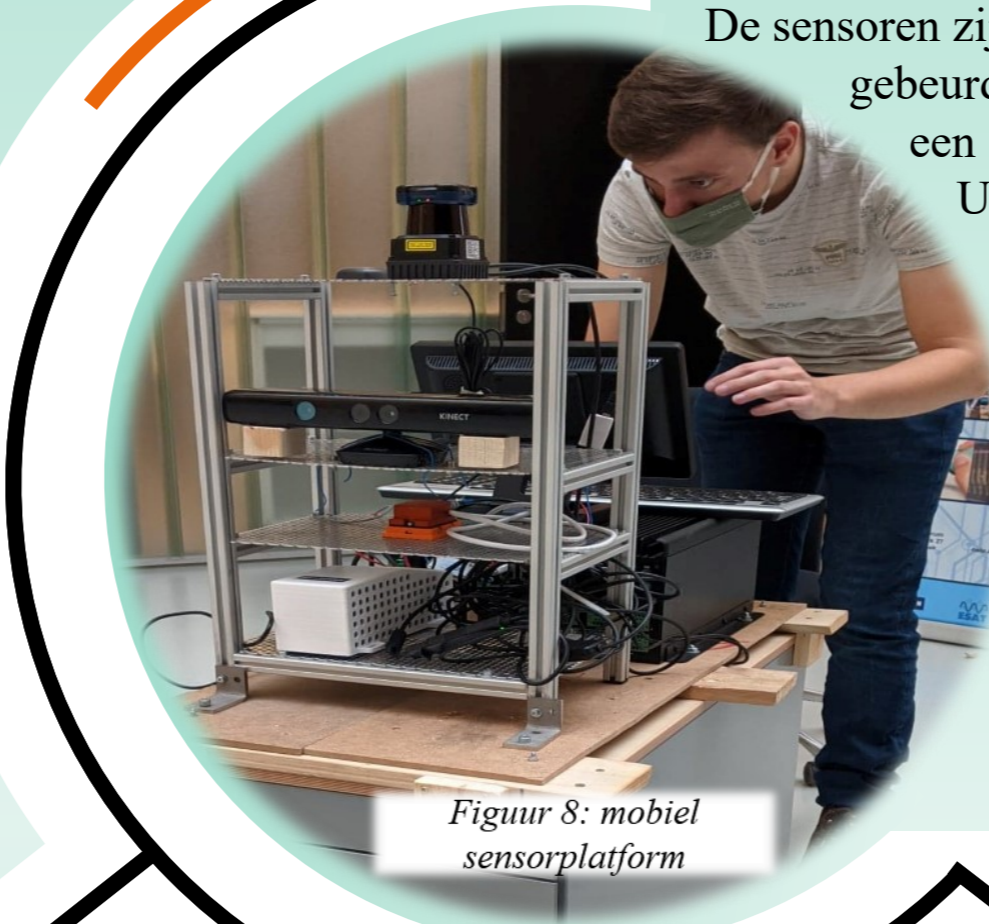
1. Hokuyo 2D LIDAR;
2. Microsoft Kinect V1;
3. Xsens Inertial Measurement Unit (IMU) met GPS.



Figuur 7: Sensorplatform

De sensoren zijn aangesloten op een MOXA-7000 NUC waar de kaartopbouw en lokalisering gebeurt doormiddel van het pakket "RTAB-map" [5] op ROS. Odometrie is bekomen door een fusie van IMU data en visuele odometrie uit de camera. De fusie gebeurt met een Unscented Kalman Filter (UKF) uit het pakket "robot_localization".

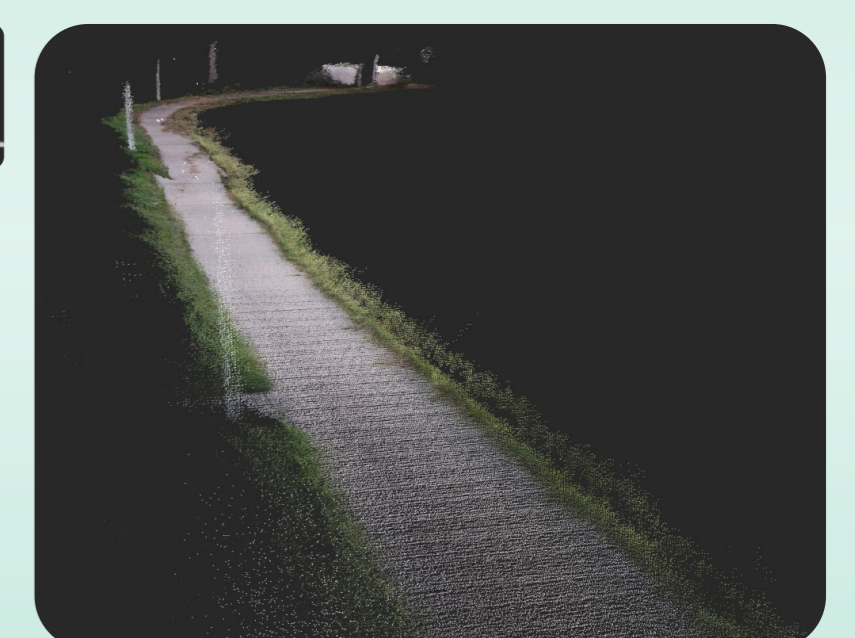
De opstelling is vervolgens mobiel gemaakt (Figuur 8) om outdoor te testen buiten het onderzoekscentrum. Enkele resultaten zijn de puntenwolken in Figuur 9 en Figuur 10. Het sensorplatform blijkt ongeschikt. De gebruikte algoritmes in ROS zijn wel veelbelovend voor outdoor kaartopbouw en lokalisatie.



Figuur 8: mobiel sensorplatform



Figuur 9: Puntenwolk technologiecentrum



Figuur 10: Puntenwolk van pad naar UCLL

Taaksequentiëring

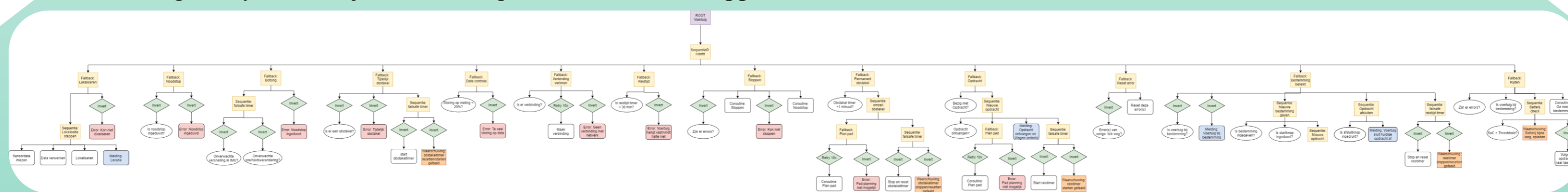
Eerst is een **dagoverzicht** opgesteld met de activiteiten van het voertuig (Tabel 1).

Na een evaluatie van taaksequentiëhulpmiddelen is de **behavior tree** gekozen omdat deze overzichtelijker is bij complexere taaksequenties [6].

Ten slotte is de behavior tree van het gedrag opgesteld. In Figuur 11 is te zien dat deze ondanks zijn grootte structureel overzichtelijk blijft. Omwille van de grootte is enkel code uitgewerkt voor de activiteit "verbinding met systeem kwijt", dit met het pakket **BehaviorTree.cpp**.

Tabel 1: Overzicht activiteiten

Geplande activiteiten	Niet-geplande activiteiten
Stilstaan bij werkplaats	Rijden tijdens in-/uitladen bewoners
Bereiken bestemming	Verbinding met systeem kwijt
Ontvangen opdracht	Obstakel gedetecteerd
Pad planning	Batterij bijna leeg
Lokalisatie	Pad planning faalt
Bewegen	Vindt halte niet
	Lokalisatiefout
	Ruis op data
	Noodstop
	Botsing



Figuur 11: Behavior tree taaksequentiëring van het gedrag

Promotoren/copromotoren

Intern: Prof. dr. ir. Demeester Eric / Ing. Aerts Peter

Extern: Mevr. Hulshagen Leen / Mr. Scheepers Kim

Bronnenlijst

- [1] Sint Oda, "zorgaanbod wonen," *Sint Oda*, 2019. [Online]. Available: https://www.sintoda.be/nl_BE/ons-zorgaanbod/wonen.
 [2] Stijn "Sense-city" *VZW Stijn*, 2019. [Online]. Available: <https://www.stijn.be/sc/snoeztruimte.php>.
 [3] Jecam, "Elektrische huifwagens," *14 October 2018*. [Online]. Available: <https://www.jecam.nl/huifwagens-elektrisch.html>.
 [4] G. Ullrich, *Automated Guided Vehicle Systems - A Primer with Practical Applications*, vol. 5, no. 1. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2015.
 [5] M. Labbé and F. Michaud, "RTAB-Map as an open-source lidar and visual simultaneous localization and mapping library for large-scale and long-term online operation," *J. F. Robot.*, vol. 36, no. 2, pp. 416-446, 2019.
 [6] M. Olsson, "Behavior Trees for decision-making in Autonomous Driving [eindwerk]." *Stock. R. Inst. Comput. Sci. communication*, 2016.