

Kinematische modellering en sensorgebaseerde aansturing van een outdoor mobiele robot met centraal scharniergewricht

Brecht Gijsens

Bram Vanvuchelen

master IW energie

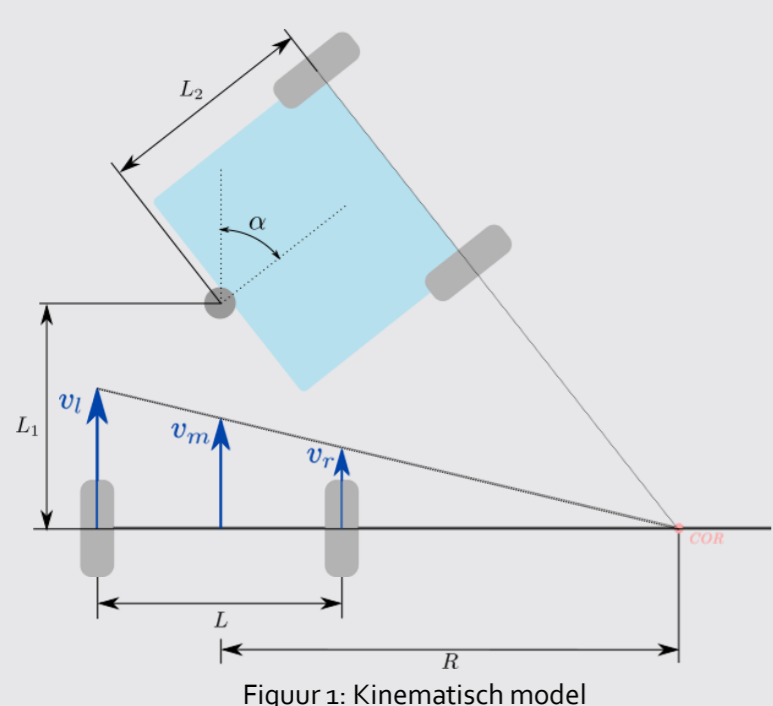
master IW energie

Situering

ACRO te Diepenbeek voert onderzoek naar automatisatie, computervisie en robotica. Het **ACROFRUIT-project** onderzoekt de mogelijkheden van mobiele platformen in boomgaarden omdat seizoenarbeiders schaars worden. Voor dit project werd een platform aangeleverd door ACRO@UCLL. Het platform was niet uitgerust met sensoren. Het doel van deze opdracht is het ombouwen en uitwerken van dit platform tot een **autonoom aanstuurbaar voertuig** dat rijdt van een begin- naar een eindpositie. Dit wordt gedaan in vier verschillende delen. De eerste stap bestaat uit het opstellen van een **kinematisch model** van het voertuig. Vervolgens wordt in de tweede stap onderzocht welke **sensoren** nodig zijn om feedback over de voertuigtoestand te verkrijgen. Voor deze sensoren wordt vervolgens een montageplaats gezocht als ook een bevestigingsmechanisme. In de derde stap wordt er gezocht naar een **padplanningsalgoritme**. De laatste stap bestaat uit een totale **software integratie** met behulp van het **ROS-framework**. Dit bevat de kinematische softwaresimulatie, de sensor integratie en het padplanningsalgoritme.

Kinematisch model

Het kinematisch model vormt de basis voor de voertuigbesturing en bestaat uit:



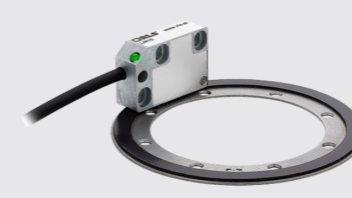
Figuur 1: Kinematisch model

- **Differentieel sturing** door twee hydraulische motoren
- **Knik sturing** door hydraulische cilinder
- Redundantie beide delen integreren

Sensoren



Septentrio RTK + GNSS



RLS magnetische encoder



IXTHUS lineaire potentiometer



RS 3D-LiDAR

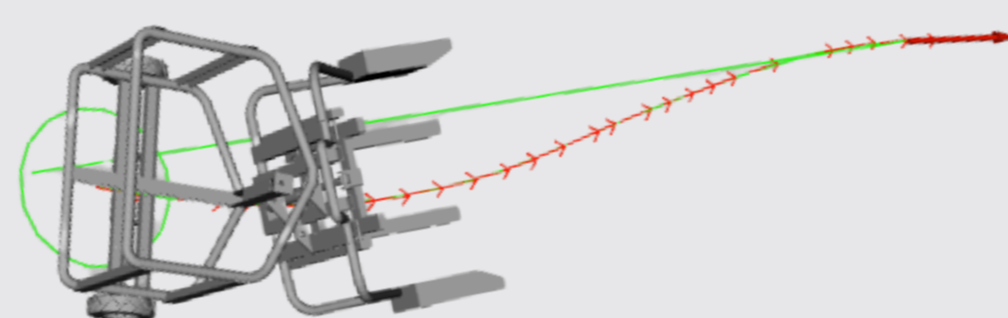
Sensoren geven feedback over de voertuigtoestand en de omgeving. Deze data wordt softwarematig verwerkt.

- Knik voertuig: lineaire potentiometer
- Snelheid en positie: magnetische encoder
- Globale positie: GNSS
- Omgevingsfeedback: 3D-LiDAR

Stuuralgoritme

De **TEB Local Planner** is een lokale padplanner die wordt geïntegreerd met behulp van ROS.

- Plant ideale weg tussen start- en eindpunt
- Houdt rekening met software ingeladen obstakels
- Dynamische padwijziging
- Geeft commando's over de snelheid en stuurhoek



Figuur 2: TEB Local Planner [1]

Simulatie

Met behulp van het **ROS-framework** is een totale softwaresimulatie gemaakt.

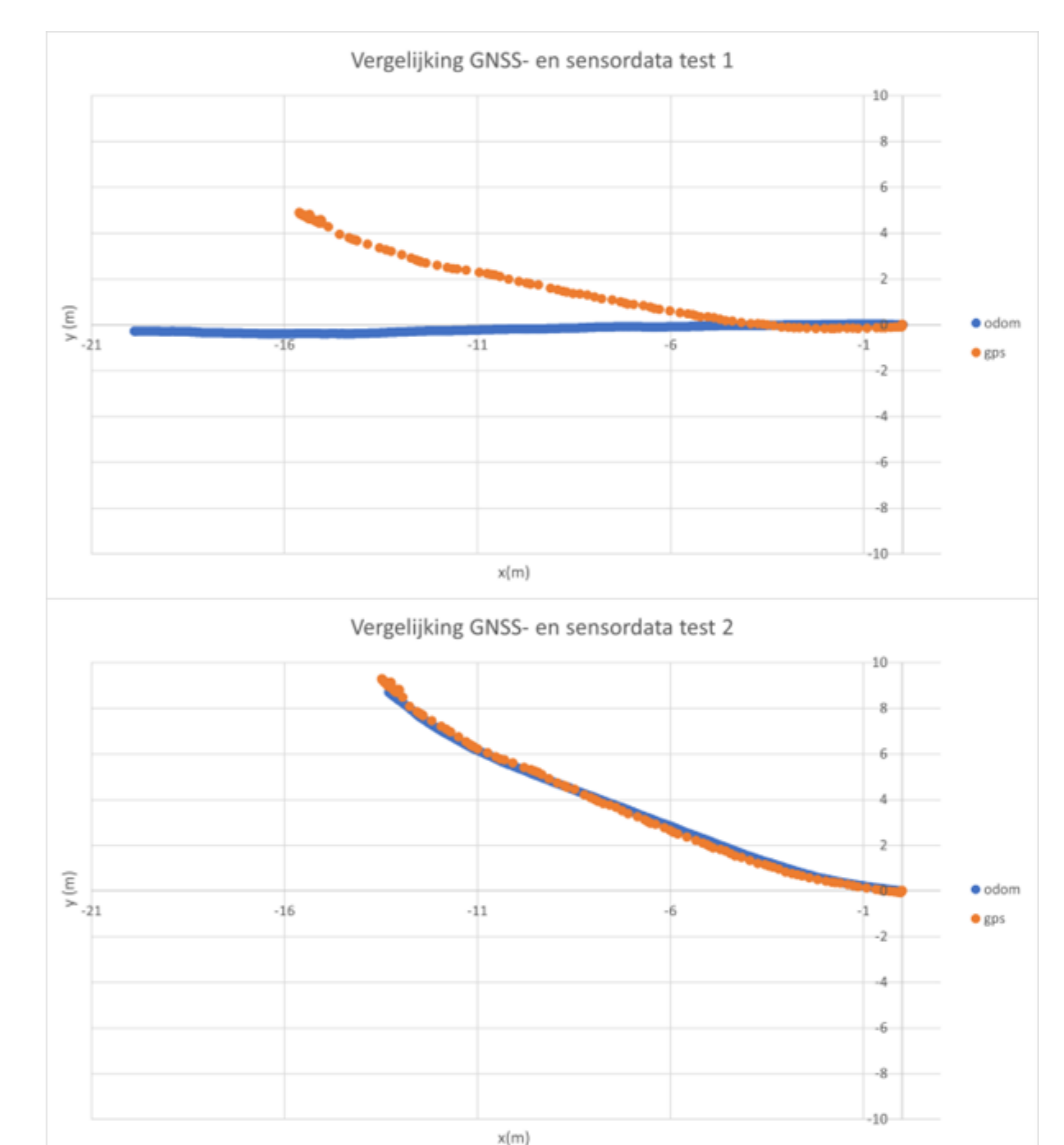
- Simuleert en verifieert voertuig kinematica
- Leest sensordata uit en verwerkt deze
- Padplanning aan de hand van *TEB Local planner*
- Stuur voertuig aan via PLC door *TEB* stuurcommando's

Resultaten

Om het software model te verifiëren, worden tests uitgevoerd met het werkelijke voertuig. Deze tests bestaan uit begin- en eindpunten waartussen het voertuig moet rijden. Hierbij zal het voertuig zowel vooruit als achteruit manoeuvreren op gras en beton. Tijdens deze ritten wordt de sensordata opgeslagen om verder verwerkt te worden. De nauwkeurigheid wordt bepaald door een vergelijking te maken tussen de software voorspelde positie, bestaande uit encoder- en potentiometerdata, en de GNSS gemeten positie. Door de sensor gemeten afstand te plotten tegen de software voorspelde afstand zijn volgende resultaten bekomen, zoals te zien is op figuur 3: Er is een **minimale afwijking van 11 centimeter** en een **maximale afwijking van 6,29 meter** tussen de GNSS gemeten eindpositie en de software voorspelde eindpositie.

Conclusie

Het voertuig is in staat om autonoom te navigeren van een begin- naar een eindpunt, echter met een **onnauwkeurigheid van minimaal 11 centimeter** in begin- tot eindpositie. Deze onnauwkeurigheid kan worden weggewerkt aan de hand van verdere sensorfusie door RTK en LiDAR. Daarnaast kunnen verdere mechanische aanpassingen, waaronder aan de aandrijving, betere resultaten voortbrengen.



Figuur 3: Testresultaten

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders: Prof. dr. ir. Eric Demeester, ing. Rafaël Verbiest

[1] W. F. T. W. F. H. T. B. C. Rösmann, „Trajectory modification considering dynamic constraints of autonomous robots,“ Munich, 2012.