



Multi-inzetbare robots

Ontwikkeling van autonome robots die diverse landbouwtaken uitvoeren.

CIMAT

Catalyst for Innovative Mechatronics in Agricultural Technology

Ontwikkeling van een agrorobot – waarom?

- Dure, zware, taakspecifieke machines vermijden.
- Kostenefficiëntie van kleine en middelgrote land- en tuinbouwbedrijven verhogen.
- Verduurzaming van landbouw in Vlaanderen en Nederland.



Vereisten analyse



Multifunctionele agrorobot voor kleinschalige landbouwbedrijven

Doel van dit project

- Ontwikkelen van een klein, autonoom en 'proper' systeemplatform
- Bijdragen aan de shift naar doelgerichtere landbouw
- Uitrollen van high-tech op een haalbare manier:
 - Sensoren
 - Visie
 - Robotica
 - ...

Via co-creatiegroepen luisteren naar de noden en wensen

...specifieke noden



Van vereisten naar design

Vereisten

Betrouwbaarheid

- Ruwe veldomstandigheden
- Diagnose van correcte werking
- Mogelijkheid tot onderhoud

Flexibiliteit

- Verschillende rijbreedtes
- Schaalbaarheid naar nieuwe functionaliteit
- Verschillende bewerkingen

Compatibiliteit

- Koppelen van machine met bestaande onderdelen (onderhoud, flexibele inzetbaarheid)
- Koppeling met bestaande standaarden binnen de landbouw

Design



Van vereisten naar architectuur: de mechatronische vertaalslag



Vereisten

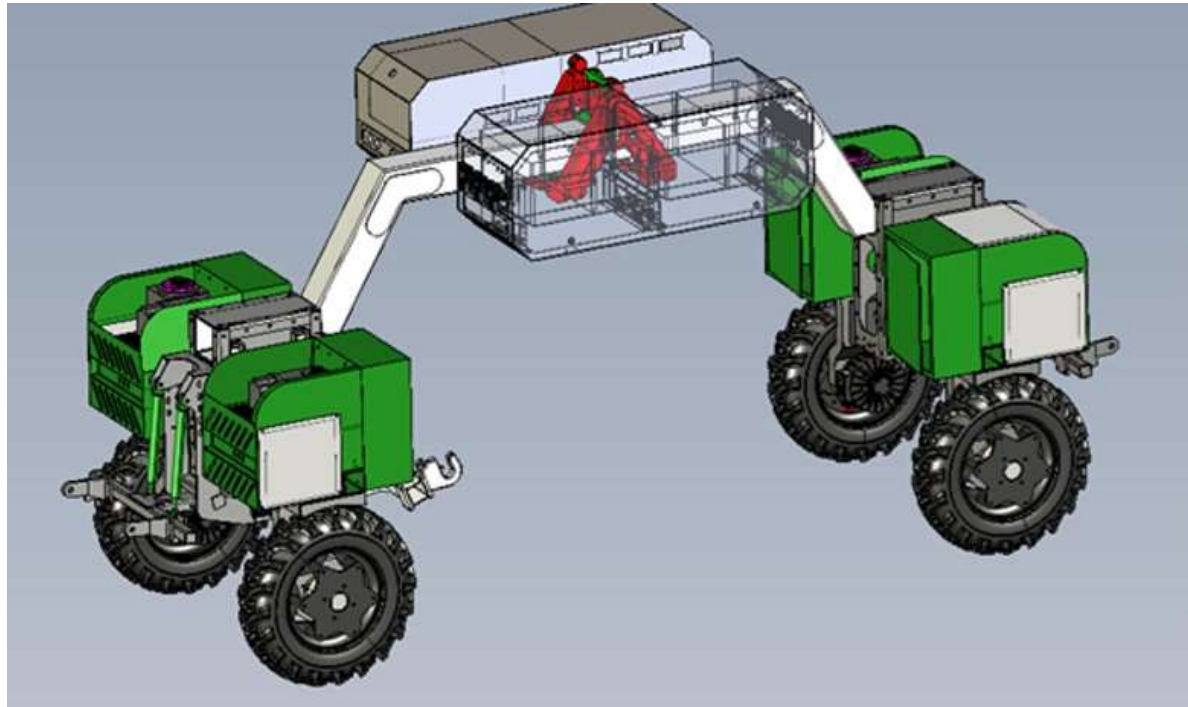
- Ruwe veldomstandigheden
- Verschillende rijbreedtes
- Vertrekken van bestaande landbouwmechanisatiekennis en standaarden
- Flexibiliteit tot het aanhangen van verschillende werktuigen
- Mogelijkheid tot onderhoud
- Flexibiliteit naar uitbreidbaarheid van nieuwe functionaliteit (Design-for-Discovery)
- Diagnose van correcte werking

Mechatronische Architectuur

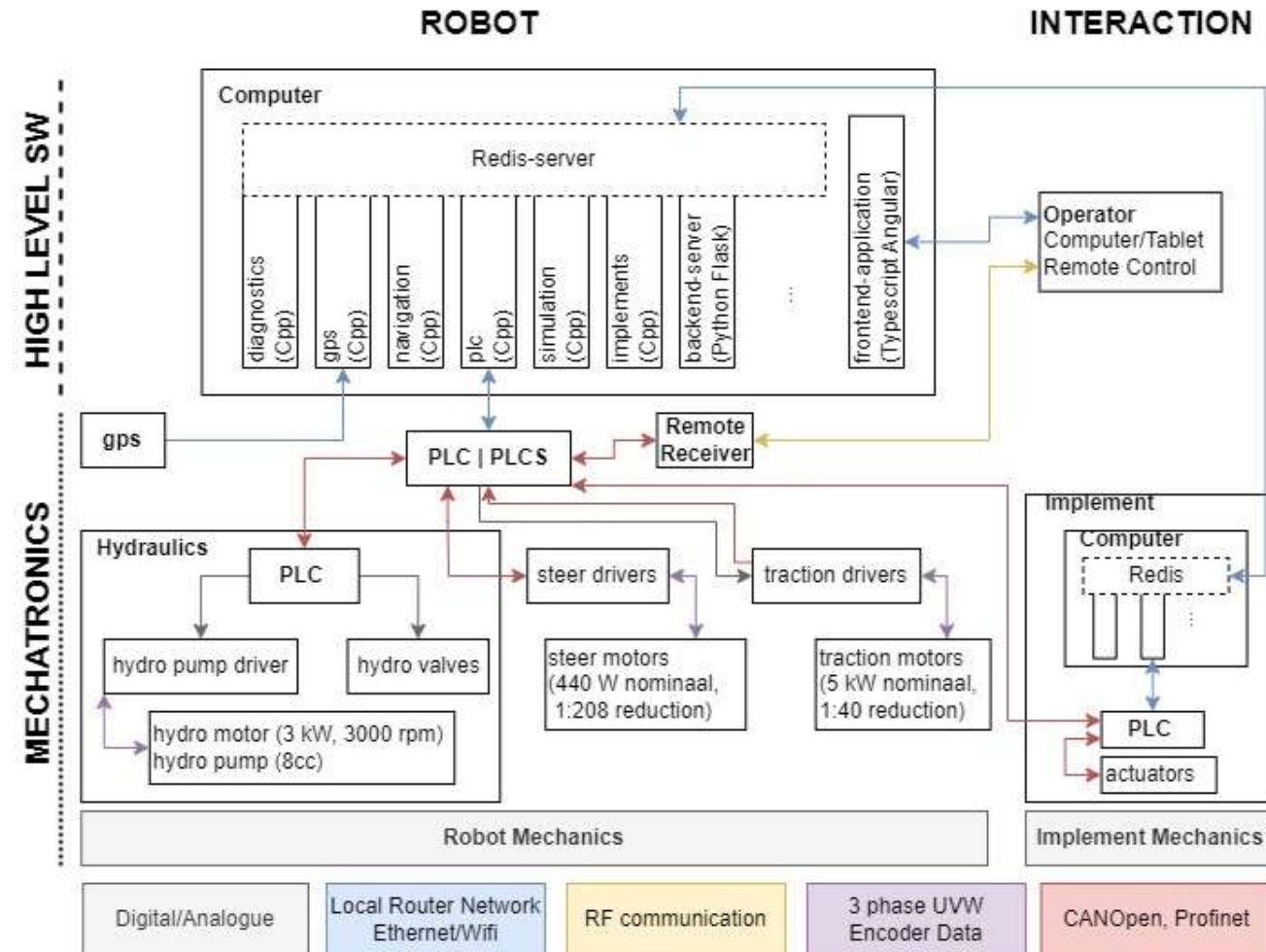
- Concept van een werktuigendrager
- 4WD4WS
- Pendelum in de achteras
- 3 driepuntsheffen van standaard categorie
- Hydraulische aansluitingen
- Koker in koker systeem voor instelbare rijbreedte
- Combinatie van standaard componenten uit de landbouwsector en de industriële sector

Van vereisten naar design

Mechanisch



Mechatronisch & Software



Design en systeem analyse (m.b.v. CAD tools)

Mechanisch en Elektrisch

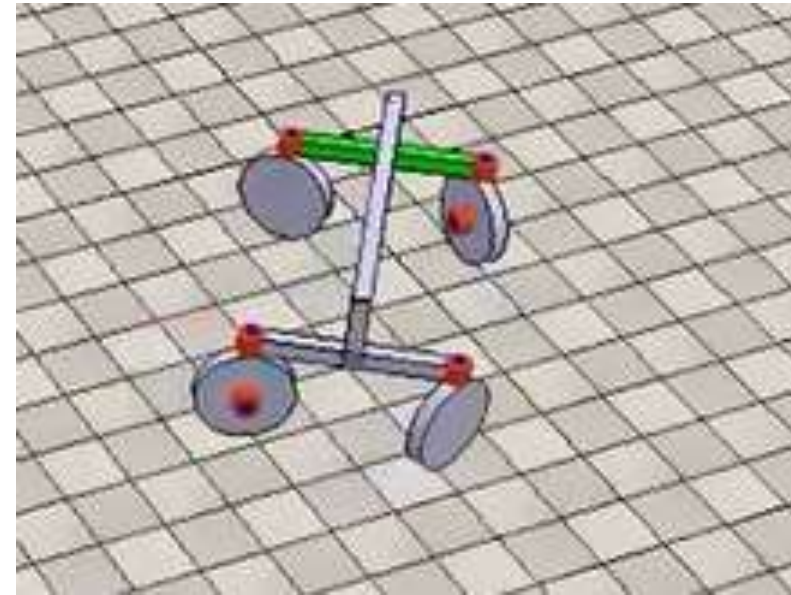
- Tekeningen/schema's (Solidworks, SSE Electrical) voor dimensionering elektronische componenten, kinematische en dynamische krachtberekening

Kinematisch model & navigatie algoritmen

- Wiskundige uitwerking en analyse met tools (VREP-Coppelasim, python, matlab)

Software

- Implementatie en unit-testing van geïmplementeerde software-classes.



Simulatie 4WS4WD in fysische simulator VREP

Safety design (ISO 12100, ISO 13849, ISO 18497)

Risk Analysis

- Risico-analyse

Safety Design

(1) Inherent veilige (mechanische) maatregelen

(2) Maatregelen voor safeguarding

- Bepalen naakte risico's
- Bepalen vereiste performance level
- Ontwerp Safety Control System
- Bepalen Safety Channels en SRP/CS

	Safety Conditions	TOGO state: Current state	Error	Safe Driving	Normal	Auto	Suspend
Error	<ul style="list-style-type: none"> • Volle rem -> <u>contactoren aan</u> • Variabelen -> default (vb. stuurhoeken, ...) 	Error (LED: rood)		<ul style="list-style-type: none"> • Reset 			
Safe Driving	<ul style="list-style-type: none"> • Max <u>snelheid</u> 0.15 m/s 	Safe Driving (LED: groen)	<ul style="list-style-type: none"> • Noodstop • Overspeed (obv safety encoders) [0.15 m/s] 		<ul style="list-style-type: none"> • F1 		
Normal	<ul style="list-style-type: none"> • Max <u>snelheid</u> 1.95 m/s 	Normal (LED: blauw)	<ul style="list-style-type: none"> • Noodstop • Radar zone 1 • Overspeed (obv safety encoders) [1.95 m/s] • Stuurdrive error (obv van error messages drives) • Following error tractiondrive (obv CAN messages) 	<ul style="list-style-type: none"> • F2 		<ul style="list-style-type: none"> • F1 	
Auto	<ul style="list-style-type: none"> • Max <u>snelheid</u> 1.95 m/s • <u>Hef regelen</u> 	Auto (LED: oranje)	<ul style="list-style-type: none"> • Noodstop • Radar zone 1 • Overspeed (obv safety encoders) [1.95 m/s] • Stuurdrive error (obv van error messages drives) • Following error tractiondrive (obv CAN messages) • Hef following error • <u>BusyDiscrimal == true & vx vy omega !=0</u> • <u>BusyContmpl == true & yy omega is te groot (setting die kan worden aanzet)</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Opdracht volbracht</u> • F2 	<ul style="list-style-type: none"> • Paddles 		<ul style="list-style-type: none"> • Radar zone 2
Suspend	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Remmen + toeteren + knipperen</u> 	Suspend (LED: oranje flinkerend)	<ul style="list-style-type: none"> • Noodstop • Radar zone 1 	<ul style="list-style-type: none"> • F2 	<ul style="list-style-type: none"> • Paddles 	<ul style="list-style-type: none"> • Radar zone 2 cleared 	

State diagram Safety Control System

Implementatie



Constructie eerste ontwerp (Lambers LMB) Mechanische integratie en ombouw (ILVO)



Ontwerp, constructie, integratie werktuigen (Vanhoucke Engineering, ILVO)

Schoffelmachine



Brander

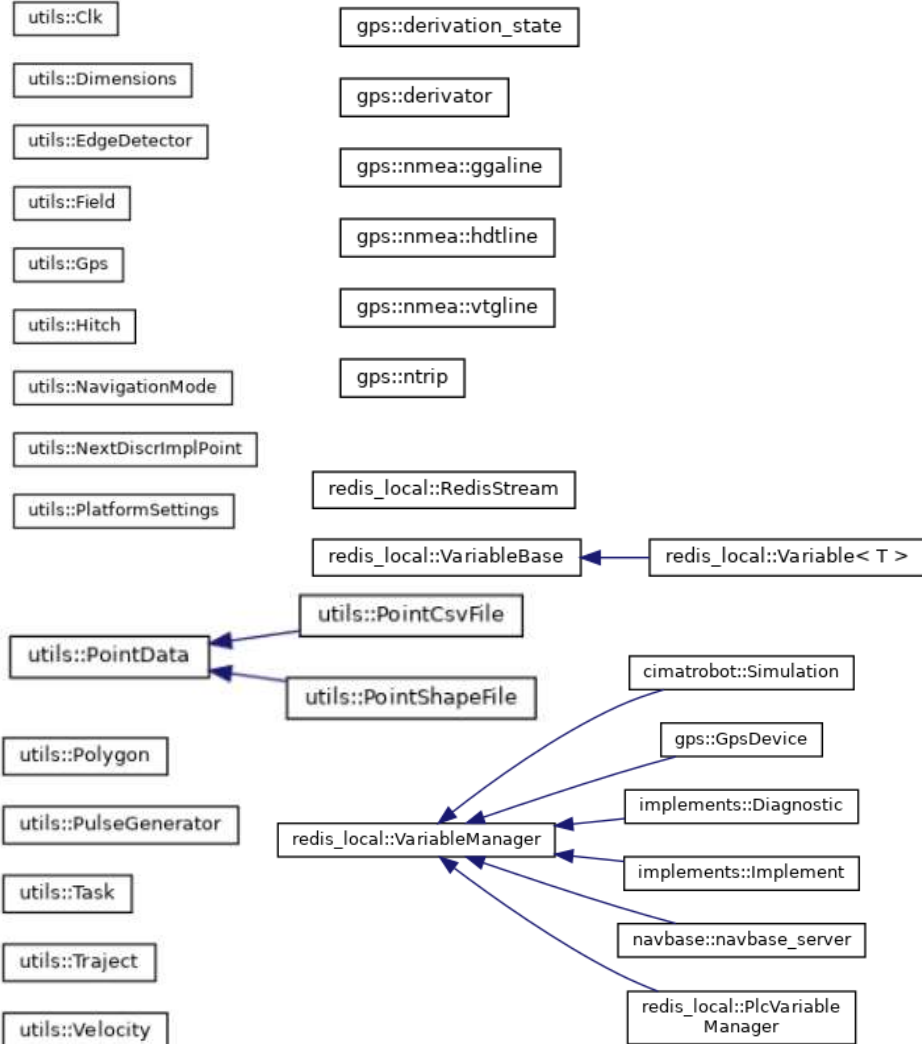


Penetrometer



Software integratie

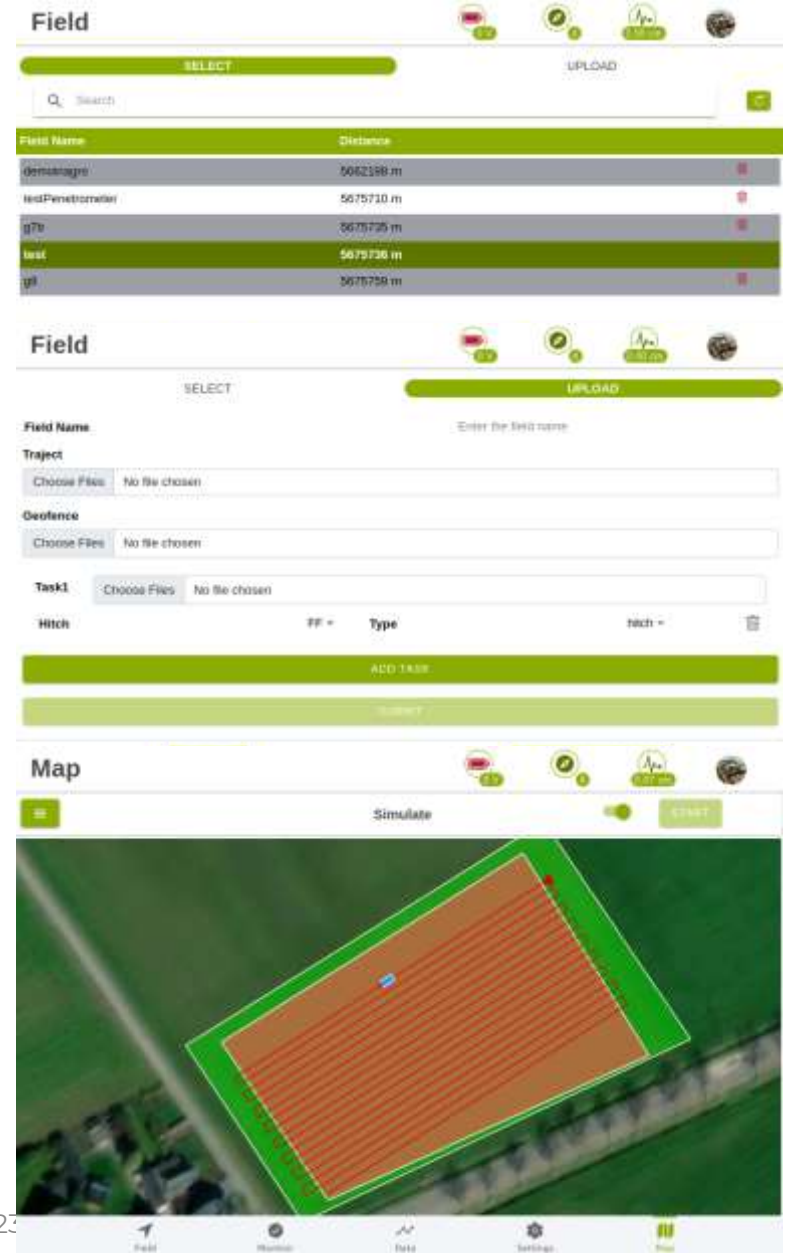
Cpp (nearly RT)



Python Rest API



Angular Front-end



4/07/2023

Testen



Types testen

Unit Testing

Subsystemen geïsoleerd testen

- Functionaliteit van memberfuncties testen
- Testen van software drivers
- Individuele elektronische componenten testen

Integratie Testen

De interactie van subsystemen testen

- Inter-proces communicatie
- Inter-netwerk communicatie

Validatietesten (Field Testen)

Aftoetsen van de systeemvereisten:

- Nagaan correcte dimensionering (vermogen, capaciteit, nauwkeruigheid)
- Nagaan gebruiksvriendelijke werking + verbetering van functionaliteit

Evolutie



Evolutie





Evolueren...
validatiedagen in het veld





Interreg



Vlaanderen-Nederland

Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



CIMAT



www.cimat.be – www.cimat.nl