

PPS Autonoom onkruid verwijderen 2014-2017

Partners:

- Wageningen University & Research www.wur.nl
- Steketee Machinefabriek BV www.steketee.com

Contactpersonen:

- Jochen Hemming jochen.hemming@wur.nl
- Lauwrens Struik l.struik@steketee.com

Steketee Machinefabriek is in 2007 in samenwerking met Wageningen University & Research begonnen een automatische intrarij wiedzmachine te ontwikkelen. In 2010 volgde de marktintroductie van de eerste versie van deze zogenaamde "IC-weeder". De machine kan met beeldverwerking onkruid en gewasplanten van elkaar onderscheiden, gebruikt schoffels die pneumatisch zijn bediend en werkt in op regelmatige afstand geplante of gezaaide gewassen zoals bijv. sla, kool en suikerbieten. Tussen januari 2014 en december 2017 is het onderzoeksproject "Autonoom onkruid verwijderen" als privaat publieke samenwerking (PPS) binnen het programma Precisie technologie Tuinbouw uitgevoerd om aan een aantal vragen en wensen te werken die op dat moment nog niet opgelost waren.



De Steketee IC-weeder

Het project heeft de volgende deliverables opgeleverd:

- D2.1 Module herkenning rode sla operationeel.
- D2.2 Module rechtgeleiding op basis van vision gereed.
- D2.3 Schoffelmachine voor meer dan 8 gewasrijen.
- D2.4 Literatuurstudie spectrale reflectie-eigenschappen van planten en onkruiden.
- D2.5 Lab- en veldexperimenten spectrale reflectie-eigenschappen van planten en onkruiden.
- D2.6 Actuator voor bestrijden onkruiden bij volveldsgewassen.

D2.1 rapporteert de ontwikkeling van een software algoritme voor extra kleur segmentatie. Met dit algoritme is het mogelijk om ook niet groen gekleurde planten, zoals rode sla, adequaat te detecteren en te onderscheiden van onkruiden. Het ontwikkelde algoritme succesvol is in de huidige IC-software geïmplementeerd en in praktijkproeven getest.



Segmentatie van niet groene gewassen.



Testen van het nieuwe kleur segmentatie algoritme in rode sla.

D2.2 beschrijft de ontwikkeling van een standalone module voor rechtgeleiding voor het schoffelen tussen de rij. De verschillende hardware en softwarecomponenten worden beschreven. Een prototype is gebouwd en eerste testen onder buitenlichtomstandigheden zijn succesvol uitgevoerd. Tegenwoordig biedt Steketee een commercieel module onder de naam "IC-light" aan, dat op de hier beschreven technologie gebaseerd is.



Geïntegreerde prototype van de module rechtgeleiding.

D2.3 is de uitbreiding in hardware en software om met de IC-cultivator maximaal 24 gewasrijen tegelijk te kunnen schoffelen. De eerdere versie kon maximaal 8 rijen parallel schoffelen. Een ingrijpend software en hardware redesign was voor deze uitbreiding nodig. In het nieuwe ontwerp kunnen tot 4 EPEC controllers (1 per 8 rijen + 1 master controller) door 1 high-level PC worden aangestuurd. Ook het hardware ontwerp van de machine is aangepast door aan beide zijden hydraulisch opklapbare elementen toe te voegen voor het wegtransport.



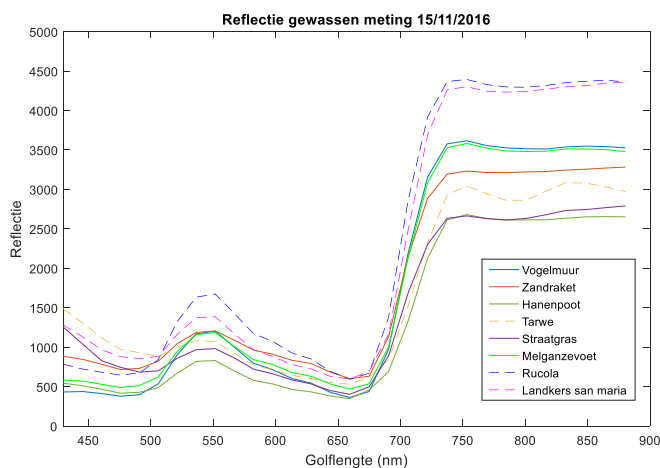
Lab opstelling voor het testen van een systeem met 12 camera's, 4 EPEC controller en 1 embedded PC.



Commerciële IC machine met grote werkbreedte en hydraulisch opklapbare elementen voor wegtransport.

D2.4 is een beknopte literatuurstudie spectrale reflectie-eigenschappen van planten en onkruiden van de laatste 10 tot 15 jaar. Er zijn voldoende aanwijzingen te vinden dat er op basis van spectrale karakteristieken een goed onderscheid in diverse plantensoorten te maken is. Uit de gemeten spectra kunnen een beperkt aantal (bijv. 6 tot 20) golflengtes geselecteerd worden die voldoende bepalend zijn. Welke golflengtes dat precies zijn, hangt van de plantensoort af, ook al liggen ze meestal wel in overeenkomstige golflengtebanden (groen (rond 550nm), rood-edge (rond 700 nm) en nabij infrarood tot 800 nm).

D2.5 rapporteert lab- en veldexperimenten over spectrale reflectie-eigenschappen van planten en onkruiden. Voor de hyperspectrale labmetingen zijn er verschillende gewassen (tarwe, rucola en landkers babysla) en onkruiden (vogelmuur, zandraket, hanenpoot, straatgras, kweek, melganzenvoet) opgekweekt. Van alle planten is op verschillende dagen in het lab het reflectiespectrum beeldvormend gemeten tussen 400 en 1000 nm (VNIR camera) en tussen 900 en 1700 nm (NIR camera). De meest onderscheidende golflengtes zijn bepaald en er is de classificatie geëvalueerd. Ondanks dat de resultaten als indicatief moeten worden beschouwd, zijn er wel interessante trends zichtbaar, met name in de reflectie in het chlorofyl gebied (650 – 670 nm). Ook de reflectie van golflengtes in het groene gebied (rond 550 nm), red-edge (700 nm) en nabij-infrarood (800 nm) tonen in minder mate een onderscheidend effect tussen de onderzochte gewassen en onkruiden.



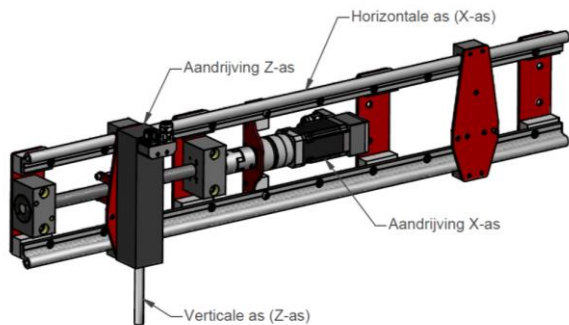
Reflectie van verschillende gewassen, lab meting 15-11-2016.

In het vervolg zijn er veldmetingen uitgevoerd met de vraag of het mogelijk is om met hyperspectrale camerabeelden en beeldanalyse (groene) onkruiden in een groen slagewas te kunnen detecteren. Hiervoor is op twee dagen met een mobiele opstelling met een hyperspectrale line-scan camera beelddata tussen de 400nm en 1000 nm verzameld. De performance bij het detecteren van onkruiden in het open veld was, zoals door de grotere variatie in ook verwacht, lager dan bij de lab metingen maar bied wel perspectief.



Mobiele hyperspectraal cameraopstelling bezig met een meting in het veld.

Voor D2.6 is onderzoek uitgevoerd naar de verschillende robotarmen om een end-effector naar de juiste plek te bewegen voor onkruidbestrijding in volveldsgewassen. Hierin zijn verschillende armen vergeleken. Met behulp van een ontwikkelt rekenmodel kan de maximale rijnsnelheid berekend kan worden bij een opgegeven onkruiddruk in het gewas. D2.6 bevat ook een conceptstudie en de beschrijving van een testmachine voor volvelds actuatie gebaseerd op een x-z positioneerunit.



Testmodule voor volvelds actuatie bestaat uit een x-z positioneerunit.



Testmachine met generator, positioneerunit en steunwielen.

Rapportages:

(Binnenkort als download beschikbaar)

- Hemming, J.; Blok PM.; Ruizendaal JL. (2018): Eindrapportage PPS Autonoom onkruid verwijderen Inclusief, D2.1 Module herkenning rode sla operationeel, D2.2 Module rechtgeleiding op basis van vision gereed, D2.3 Schoffelmachine voor meer dan 8 gewasrijen, D2.7 Actuator voor bestrijden onkruiden bij volveldsgewassen. Wageningen Plant Research Rapport GTB.
- Blok PM.; Hemming J.; Holterman, HJ.; Michielsen, JGP.; Ruizendaal JL. (2018): PPS Autonoom onkruid verwijderen D2.4 Literatuurstudie spectrale reflectie-eigenschappen van planten en

onkruiden en D2.5 Lab en veldexperimenten spectrale reflectie-eigenschappen van planten en onkruiden. Wageningen Plant Research Rapport GTB.

Websites:

Precisielandbouw.eu. Rapportages van eerdere onderzoeksprojecten tussen Wageningen University & Research en Steketee Machinefabriek

<http://precisielandbouw-openteelten.nl/dossiers/66-detectie-voor-gewasherkenning-en-onkruidbestrijding>

Steketee IC product website

<http://www.steketee.com/product/Steketee-IC>

YouTube filmpjes

YouTube channel Steketee-machines

<https://www.youtube.com/user/SteketeeMachines?feature=watch>

Steketee IC Weeder (18 Nov 2014)

<https://www.youtube.com/watch?v=dR9BDyTv-tc>

Dit filmpje geeft een uitstekend overzicht over de mogelijkheden en werkwijze van de IC weeder.

Steketee IC UK Demonstrations 2014 (24 Jun 2014)

<https://www.youtube.com/watch?v=kf0PI57udFI>

Laat de machine zien o.a. bij het schoffelen in rode sla.

Moeri Gemüsebautechnik: Steketee IC Cultivator (23 Dec 2014)

<https://www.youtube.com/watch?v=L0PsdZlbf9k>

Laat de machine zien bij het schoffelen in diverse groente gewassen.

Boer Zoekt Machine - Schoffelrobot | Het Klokhuis (11 mrt. 2016)

<https://www.youtube.com/watch?v=xkxZoVY4OG8>

In deze aflevering van het Klokhuis wordt de Steketee IC weeder als superhandige boerenmachine geportretteerd.

Steketee item Doe Maar Duurzaam! RTL7 S04E01 17 april 2016

<https://www.youtube.com/watch?v=bcqgG62qqP8>

In Doe Maar Duurzaam! gaat Steketee in op schoffelmachines ten behoeve van onkruidbestrijding.

Automatic Hoeing Machine - Steketee IC – AGROM (22 Jul 2016)

<https://www.youtube.com/watch?v=6WfBoRzUFBQ>

Dit filmpje laat de nieuwste generatie C weeder met grote werkbreedte zien in een veld met pompoenen.

IC-Light Compilatie (16 Dec 2016)

<https://www.youtube.com/watch?v=Q-da27ofpOI>

Een korte compilatie van de Steketee IC-Light. Dit is een camera gestuurde schoffelmachine voor verschillende gewassen.

Steketee IC Light (3 Nov 2017)

<https://www.youtube.com/watch?v=hGTImndx5-0>

The IC-Light steering system allows steering and guiding various machines in row crop cultures in a simple, economical and effective way.