

Hogere producties met gewasgroeimodel

Binnen een perceel zijn er tussen de bomen altijd verschillen in productie. Door de productie van alle bomen naar het niveau van de 20% beste bomen van het perceel te tillen is een aanzienlijke productieverhoging per hectare mogelijk. Teeltadviseur René Bal van Delphy rekende tijdens het eindsymposium van het project 'The Next Fruit 4.0' zelfs productieverhogingen van meer dan 20 ton Conference-peren per ha voor. De belangrijkste factoren die de

verschillen veroorzaken zijn bladontwikkeling en de groei. De bladontwikkeling is belangrijk voor de vruchtzetting en de vruchtgroei en kan worden beschreven aan de hand van groeigraddagen. Het groeiniveau beïnvloedt de vruchtrui: hoe sterker de groei, hoe groter de kans dat jonge vruchtjes afripen. Binnen het project werkt Delphy aan een gewasgroeimodel voor peer (Conference) en een dashboard waarmee fruittelers ge-

richt kunnen sturen op optimalisatie van productie en kwaliteit.

Praktijkwaarnemingen

Voor de ontwikkeling van het model werden gedurende 3 jaar 12 tot 24 bomen gedetailleerd gevolgd door vruchtmetingen om de 10-14 dagen en bladmetingen om de 21 dagen uit te voeren. Op 3 praktijkpercelen werd van 150-200 bomen nauwkeurig de bloei, aantal vruchten, productie en groei gemonitord.

In 2024 produceerden de 20 bomen met de hoogste productie op twee locaties respectievelijk 55 en 74% meer dan de overige 80% bomen, zo liet Bal zien. Als alle bomen de productie zouden halen van de 20% beste bomen, zou de productie per hectare respectievelijk 27,5 en 22,5 ton per ha hoger uitvallen, rekende hij voor. Kanttekening hierbij is wel dat het de vraag is of de 20% best presterende bomen structureel de hoogste producties halen of

dat hier sprake is van beurtjarigheid. Een andere kanttekening is dat niet bepaald is wat de vruchtmaatverdeling tussen de bomen met de hoge en de lage producties is geweest.

Volgens Bal is het mogelijk om de blad- en vruchtontwikkeling van peer door middel van een model te voorspellen. Hiervoor moeten echter meer perceel-specifieke gegevens zoals plantsysteem en bodemeigenschappen in het model worden ingebouwd.

Grote stappen in richting gerobotiseerde oogst en snoei gezet

Hoe lang duurt het nog alvorens robots de bomen en bessenstruiken snoeien en appels en peren oogsten? Dat zal nog wel een aantal jaren duren, maar de eerste stappen in de ontwikkeling van robots zijn gezet. Binnen de projecten 'Fruit 4.0' en 'The Next Fruit 4.0' is waardevol fundamenteel onderzoek verricht. Ook is binnen het project een rekenmodel gemaakt om te bepalen wanneer een robot rendabel is.

Robot moet multifunctioneel zijn

"Een robot die alleen appels en peren kan plukken is een moeilijke businesscase", stelde onderzoeker Jochen Hemming van Wageningen University & Research (WUR) tijdens het eindsymposium van het project op 19 maart 2025. Een robot moet multifunctioneel zijn om rendabel te kunnen zijn. Dit wil zeggen dat een robot naast plukken ook andere werkzaamheden uit moet kunnen voeren zoals snoeien, dunnen of ziektes detecteren. Op bedrijfsniveau is dit nog een uitdaging. Zo zijn op een bedrijf vele malen meer robots nodig om alle fruit in een aantal weken te oogsten dan om het bedrijf in 4 maanden te snoeien. Zo rekenden de onderzoekers uit dat op een hardfruitbedrijf van 25 ha ongeveer 21 robotarmen nodig zijn voor de oogst. Niet uitgerekend is hoeveel robotarmen nodig zijn om de hele 25 ha te snoeien, maar dat zullen er naar schatting maar een stuk of 5 zijn. Alle robots het hele jaar door laten werken is dus een utopie.

Om een robot meerdere werkzaamheden uit te kunnen laten voeren, worden modules voor verschillende werkzaamheden ontwikkeld die op een robotarm gemonteerd kunnen worden. Binnen het project The Next Fruit 4.0 zijn twee toekomstige functies van een robot opgepakt: oogsten en snoeien.

Oogsten van peren

Er zijn wereldwijd diverse initiatieven om een robot voor de pluk van appels te ontwikkelen. De oogst van peren is echter essentieel anders dan de oogst van appels. "Om een appel te plukken moet de robot deze los draaien en om een peer te plukken juist iets optillen", schetste onderzoeker Jochen Hemming van WUR het belangrijkste verschil. Bovendien is voor peer een andere grijper om de vrucht vast te pakken nodig dan voor appel. Binnen het project lag de focus op de ontwikkeling van een grijper voor peren inclusief een systeem om peren te detecteren, oftewel te kunnen onderscheiden van bladeren en

takken. Het resultaat is een prototype van een grijper voorzien van een zachte siliconen zuignap die met behulp van een vacuüm pomp de peer vastzuigt. De grijper tilt de peer haaks op het steeltje omhoog, waardoor de peer bij het natuurlijke breekpunt van het steeltje van de boom los komt. De belangrijkste innovatie van de perengrijper ligt in de optilbeweging die in het mechanisme van de grijper geïntegreerd is. Hierdoor hoeft de robotarm niet zelf deze beweging uit te voeren. Op deze manier wordt de pluksnelheid verhoogd en de kans op botsing tussen robotarm en de boom wordt verkleind.

Een kleine stereo-visie camera die aan de grijper bevestigd is, detecteert en lokaliseert rijpe peren. Deze informatie wordt doorgegeven aan de besturingssoftware, die de juiste bewegingen berekent die de robotarm moet maken om de peer te grijpen en te plukken.

Software voor detectie van vruchten

Een op een robotarm gemonteerde grijper kan niets zonder software om de robotarm aan te sturen en zonder technologie om de vruchten te vinden, te onderscheiden van takken en bladeren, hun positie te bepalen en eventueel te bepalen of de vrucht al dan niet plukrijp is.

Binnen het project is een softwaremodule ontwikkeld die de peer kan detecteren en in 3D kan bepalen waar de zuignap de peer moet vastpakken. Dit is nodig om de vrucht door de robotarm te laten benaderen, vast te pakken en te plukken.

Testopstelling

Om de ontwikkelde perengrijper onder praktijkomstandigheden te testen, bouwde WUR een mobiele robot-proefopstelling bestaande uit een door een tractor getrokken wagen met daarop een robotarm die een hele boom kan bereiken zonder de proefopstelling te hoeven verplaatsen. In 2023 zijn met deze proefopstelling Conference-peren geoogst.



Tijdens de Conference-oogst testte WUR de perengrijper.

Wageningen University & Research

De resultaten zijn positief: de robot kan peren detecteren én oogsten zonder dat de peer wordt beschadigd. De testen brachten echter ook enkele onvolkomenheden aan het licht: Zo zijn sommige vruchten moeilijk te bereiken en het optilmechanisme werkt alleen optimaal voor een vooraf bepaalde vruchtgrootte. Ook detecteert de robot nog geen obstakels, zoals takken of gewasdraden. De grijper is dus nog niet gereed voor introductie in de praktijk, maar is wel een belangrijke basis voor de verdere ontwikkeling van toekomstige robots voor de fruitteelt.

Is een oogstrobot rendabel?

Binnen het project is ook een rekenmodel gemaakt waarmee kan worden berekend of een robot om peren te plukken rendabel is. Dit is uiteraard met een groot aantal aannames gedaan:

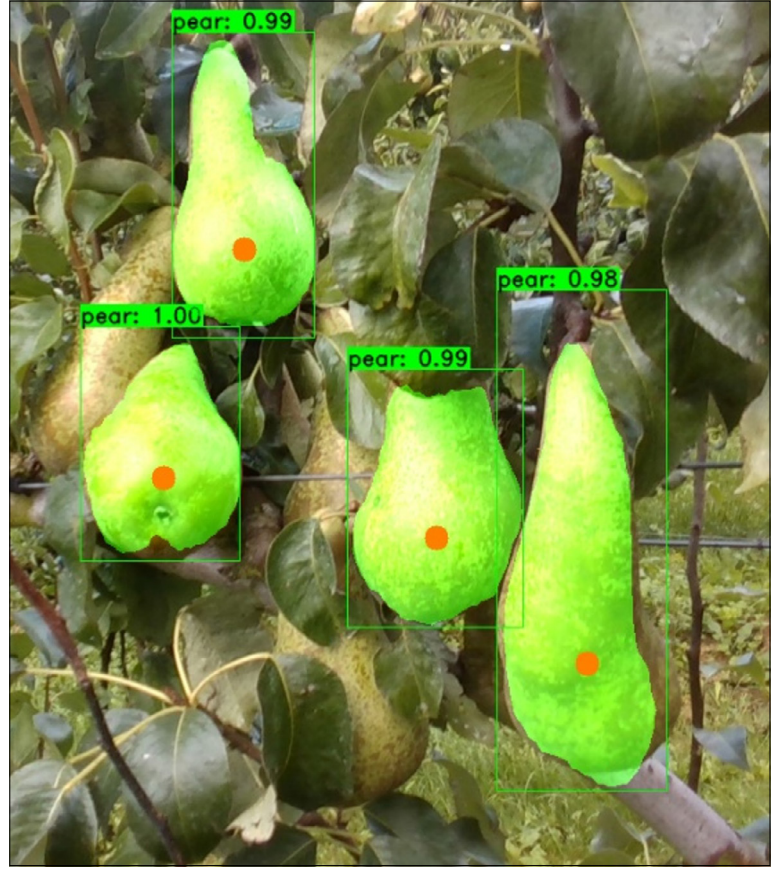
- De investeringskosten voor robot en armen zijn geraamd op €150.000 per arm.
 - De pluksnelheid is ingeschat op 5 seconden per peer per arm. Dit betekent dat een robotarm die 20 uur per dag plukt in 3 weken tijd 1,2 ha kan oogsten.
 - De robotarm wordt voor meerdere doeleinden (o.a. snoei) gebruikt. Er wordt 20% van de robotkosten toegerekend aan de oogst van peer.
 - Een geoefende plukker plukt 250 kilo peren per uur. Bij arbeidskosten van € 26,- per uur bedragen de kosten voor handmatig plukken € 0,10 per kilo.
 - Mogelijke beschadigingen door gerobotiseerde pluk aan boom of vruchten is ingeschat op € 0,04 per kilo.
- Met de gekozen uitgangspunten is een plukrobot volgens onderzoeker Harry Kortstee van Wageningen Economic Research

(WEcR) op dit moment niet rendabel. De plukkosten worden bij een gerobotiseerde perenpluk ingeschat op 14 cent per kilo tegen 10 cent bij handmatige pluk. Bij een rekenmodel valt of staat echter alles met de waardes die je in het model invoert. Deels zijn de gegevens nog onvoldoende bekend, zoals bijvoorbeeld de prijs van een robot, of discutabel. Zo is het de vraag of 20% van de jaarkosten van een robot toerekenen aan de oogst niet te laag is en is de 250 kilo peren die een plukker per uur zou plukken erg hoog ingeschat. Ook zullen de loonkosten de komende jaren naar verwachting fors stijgen. Al met al ontbreken op dit moment nog onvoldoende gegevens om goed te kunnen bepalen of een oogstrobot al dan niet rendabel kan zijn. Uit doorrekeningen blijkt wel dat de prijs per robotarm een hele grote invloed op de terugverdientijd en de plukkosten heeft.



De vraag of een oogstrobot rendabel is hangt van heel veel factoren af.

Wageningen University & Research



De software zet de door de robotcamera gemaakte beelden om in een instructie welke peren op welke plaats de gripper moet pakken.

Wageningen University & Research

De robot-geschikte boomgaard

Een grote diversiteit aan plant-systemen en boomvormen bemoeilijkt de ontwikkeling van robots om de bomen te snoeien of te plukken. Gaan we robots zo ontwerpen dat ze in alle beplantingen kunnen werken of gaan we het teeltsysteem aanpassen aan toekomstige robots? Tijdens het eindsymposium 'The Next

Fruit 4.0' oppeerde Henri Michiels, mede eigenaar van Munckhof Fruit Tech Innovators om na te denken over een wereldwijde standaard voor 'robot-geschikte' boomgaarden. "Je zou bijvoorbeeld als leverancier kunnen aangeven dat jouw robot optimaal geschikt is voor bomen die maximaal 70 cm breed zijn

en waar de vruchten tussen de 50 en 180 cm hoogte hangen." Bijkomend voordeel is volgens Michiels dat ook de productie van een dergelijke smalle haag 10 tot 20 ton per hectare hoger ligt dan van een traditionele spillenaanplant.

The Next Fruit 4.0

De ontwikkeling van een gripper om peren te plukken en een robotarm voor de snoei van rode bes zijn twee van de vele onderdelen uit het project 'The Next Fruit 4.0'.

Dit project loopt van 1 januari 2021 tot en met 30 juni 2025. In The Next Fruit 4.0 wordt gewerkt aan verdieping en verbreding van technologische oplossin-

gen voor de fruitteelt van morgen. Onderzoeker Peter-Frans de Jong (WUR) is projectleider. Opdrachtgever en financier is het Nederlandse ministerie van LNV.

Op 19 maart 2025 werden tijdens een eindsymposium de resultaten van het project gepresenteerd. Meer informatie over het project is te vinden via de url:

<https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/kennisonline-onderzoeksprojecten-lvv/ken-nisonline/the-next-fruit-4.0.htm> of de afgebeelde QR-code.



Scan de QR-code voor een directe link naar de pagina van het project 'The Next Fruit 4.0'



Projectleider Peter-Frans de Jong (WUR) overhandigt onder het toezien van de groep onderzoekers een samenvatting van de projectresultaten aan NFO directeur Siep Koning.

FruitMedia

Snoeirobot voor rode bessen

Naast de oogstrobot voor peren is binnen het project gewerkt aan een snoeirobot voor bessenstruiken en in de toekomst wellicht ook fruitbomen. Het voorlopige eindresultaat is een robotarm die met behulp van diverse typen camera's de bessenstruik scant en het aantal eenjarige scheuten en tweejarige takken in beeld brengt. Eén van de uitdagingen hierbij is dat een 3-dimensionaal (3D) beeld gemaakt moet worden. Ook is de robot 'geleerd' om steundraden en irrigatieleidingen te onderscheiden van takken en twijgen. Op basis van de scan bepaalt de software welke takken en twijgen weggeknippt moeten worden. In geval van de snoei van rode bessen moet de robot alle tweejarige zijtakken afsnoeien en op basis van de lengte, richting en positie

een selectie maken welke eenjarige scheuten mogen blijven en welke worden afgesnoeid. Een door de onderzoekers op de robotarm gemonteerde omgebouwde elektrische Makita-snoeischaar snoeit vervolgens de takken en twijgen af. Op het Fruit Research Center (FRC) in Randwijk is afgelopen winter een robotarm getest om rode bessen te snoeien. Net als bij de oogstrobot is ook de snoeirobot nog lang niet uitontwikkeld, maar de eerste stappen zijn gezet.



Bekijk hier de video van de test van de snoei-robotarm in een rode bessenaanplant <https://www.youtube.com/watch?v=wh1Am6jJKdE>



WUR testte afgelopen winter een prototype van een snoeirobot voor rode bes

Wageningen University & Research