

Steeds vaker toepassing van 3D-technieken

Visionstechnieken brengen zichtbare en onzichtbare kenmerken in beeld

KWALITEIT METEN

MEETTECHNIEK



Onderzoeker Erik Pekkeriet: "Door met een camera snel beelden te maken, kunnen we zelfs inwendige kenmerken van producten beoordelen."

Met visionstechnieken zijn steeds meer in- en uitwendige kwaliteitskenmerken te beoordelen. Dit varieert van vorm- en kleureigenschappen tot het chlorofylgehalte of het gehalte aan gewenste inhoudsstoffen. De tuinbouw gebruikt deze techniek steeds vaker als hulpmiddel bij het sorteren op kwaliteitskenmerken en om robots aan te sturen. Erik Pekkeriet, die participeert in het Wageningen UR brede samenwerkingsverband Greenvision, geeft de 'state of the art' van de visionstechnologie.

TEKST EN BEELD: MARLEEN ARKESTEIJN

Volgens Pekkeriet wordt 2D-technologie al jaren toegepast bij het sorteren van potplanten en het verspenen van jonge plantjes. De plantjes komen voor een of meer camera's langs en worden beoordeeld op 2D-geometrische kenmerken zoals hoogte, breedte, oppervlakte, aantal bloemen en vorm.

Relatief nieuw zijn camera's waarbij een 2D-camera 'waarneemt' en op basis van positiebepaling robots aanstuurt. Als voorbeeld noemt hij de stekmachine voor lidcactus. Een camera maakt van deze

stekjes foto's en verwerkt de informatie softwarematig. Een robotgrijpertje pakt het lidcactusstekje exact bij het juiste puntje op en zet het in een plug.

Low-budget oplossingen

Binnen de 2D-technologie staat de ontwikkeling nog niet stil, systemen worden sneller en kunnen meer. "Voorbeelden zijn het in groot volume scannen van eieren en het in 'high speed' tussen de rijen schoffelen. Door beeldherkenning is het mogelijk om heel snel te herkennen of er

'iets' tussen de gewasrijen staat. Op basis daarvan stuurt het systeem een schoffelrobot aan, die het onkruid verwijdert. Er vinden steeds verbeteringen plaats."

Een tweede ontwikkeling is de eenvoudiger, goedkopere en robuustere oplossing in de vorm van de 'smartcam'. Dit is een gestandaardiseerde combinatie van een camera plus pc. Pekkeriet: "Het voordeel van een smartcam is dat er geen losse, storingsgevoeliger pc of PLC meer nodig is voor dataverwerking en aansturing van de hardware. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk

— smartcam

Vervolg op pagina 6

geometrische kenmerken

Visionotechnieken brengen zichtbare en onzicht

Vervolg van
pagina 5



Bij volumetric intersection roteert een object voor de camera's. Met behulp van software is een volledig 3D-model in kleur van de plant te reconstrueren.

low-budget

om orchideeën naar één kant te richten voor 15.000 euro. Op het gebied van low-budget oplossingen is veel te doen.”

Lasertriangulatie

Een van de mogelijkheden van de nieuwe 3D-technologie is de lasertriangulatie. Daarbij schijnt een laser op het object. Een camera ‘kijkt’ vanuit een hoek naar het object en ‘ziet’ een hoogteprofiel. Hierdoor ontstaat een 2,5 D-beeld. Door met meer camera's en lasers vanuit verschillende hoeken te werken, ontstaat een 3D-beeld.

Mogelijke toepassing is 3D-vormanalyse. Met name structuren die homogeen van kleur zijn, lenen zich goed voor lasertriangulatie. Voorbeelden zijn het aantal partjes paprika tellen en het volgen van een rozenstengel om een oogstrobot aan te sturen. Deze methode is ook geschikt voor het bepalen van de bladdiameter van golvende bladeren, zoals anthurium, kelkvormige gerbera's en decoratieblad van monstera.

partjes
paprika

Stereovisie

Bij stereovisie maken twee camera's ieder een opname van een object. De afstand tussen de camera's en de verschuiving van de beelden ten opzichte van elkaar, geven diepte-informatie. Als een object oneindig ver weg staat, vallen de twee camera-beelden over elkaar. Als de beelden ten opzichte van elkaar flink zijn verschoven, staat het object dichtbij. Daar kan een kleur aan worden gekoppeld. Bijvoorbeeld rood is dichtbij en blauw ver weg.

diepte-
informatie

Een mogelijke toepassing: het maken van goede en snelle diepteopnames voor het aansturen van robots. Hiervan is al een praktijkvoorbeeld: de rozen oogstrobot van de firma Jentjens. Een kijkrobot meet dan de rijpheid en de positie. De robot met het stereovisiesysteem pakt de kop en kijkt met twee camera's langs de stengel naar beneden tot de juiste steellengte is bereikt. Deze techniek is ook toegepast in de oogstrobot bij komkommer.

Volumetric intersection

Bij volumetric intersection roteert een object voor de camera's. Iedere keer ‘snijdt’ het systeem de delen die geen beeld zijn weg. Met behulp van software is een volledig 3D-model van de plant te reconstrueren, waarbij zelfs de kleur wordt meegenomen. Daarbij kan een object voor de camera roteren of kunnen verschillende camera's op één moment de benodigde beelden schieten.

Een mogelijke toepassing is de exacte bepaling van de bladoppervlakte en internodiën lengte bijvoorbeeld voor het maken van groei modellen. Ook is het mogelijk met dit systeem de grootte van de knoppen van freesia en orchideeën te meten. Verder is hiermee het groeipunt, het bladoppervlak en de lengte van steeltjes bij kiemplantjes te bepalen.

De techniek vindt nog nauwelijks toepassing in de praktijk. Pekkeriet: “Mooie 3D-beelden kunnen we maken, maar de segmentatie ontbreekt nog. We werken momenteel aan een toolbox die onderscheid kan maken tussen bladeren, stengel

gels en andere vormen. We durven een eerste toepassing aan, bijvoorbeeld bij een sorteermachine voor freesia. Daarvoor zoeken we een klant.”

In de plant kijken

De onderzoeker ziet extra nieuwe mogelijkheden als hij het object met licht uit het zichtbare en onzichtbare deel van het spectrum kan beschijnen en met camera's met andere gevoeligheid kan bekijken. Daarmee is het mogelijk ook ‘in’ de plant te kijken.

Behalve zwart/wit- en een RGB-camera (Rood, Groen en Blauw) zijn er de multispectrale camera's met sensoren die gevoelig zijn voor veel meer golflengtes binnen en buiten het zichtbare gebied. Daardoor ontstaan nieuwe toepassingen, die ook iets zeggen over de interne eigenschappen van een object.

nieuwe
mogelijkheden

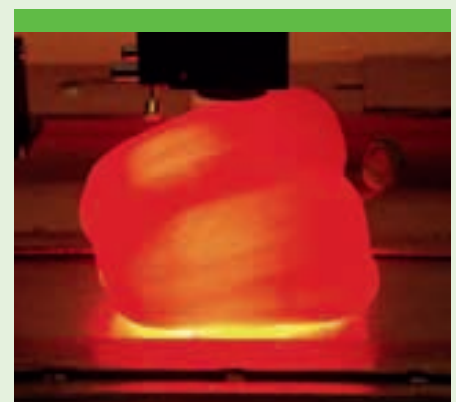
interne
eigenschappen

Nabij Infrarood spectrometrie

Een multispectrale camera kan 4 tot 300 banden (een band is een stukje golflengtegebied) van ver infrarood tot ver UV bekijken. Bij infraroodspectrometrie wordt een witte lichtstraal gericht op een voorwerp. Iedere ‘inhoudsstof’ absorbeert de golflengtes die specifiek voor een bepaalde stof zijn.

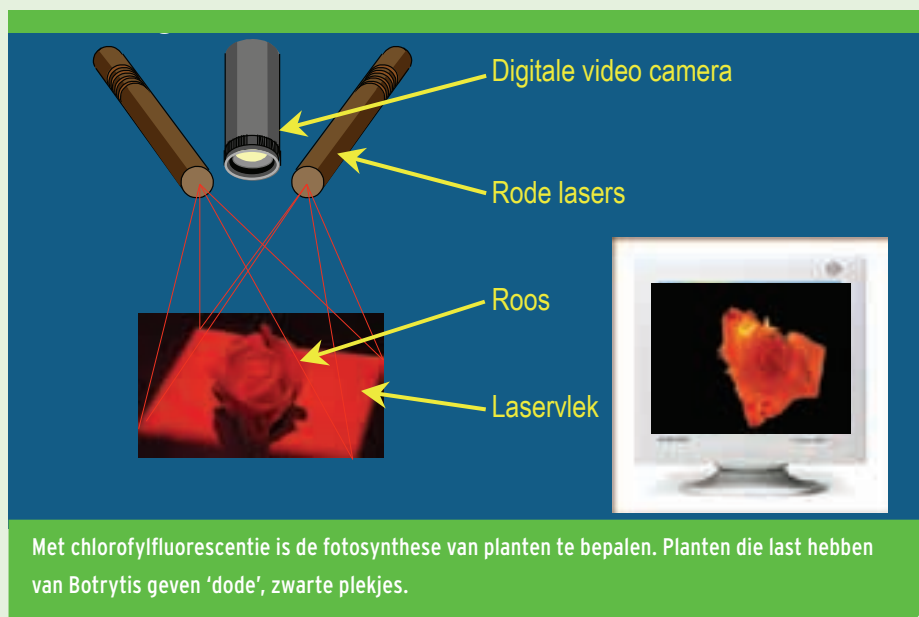
Een camera kan kijken naar het doorvallend licht (transmissie) of het gereflecteerde licht. Door het golflengtepatroon van het product te vergelijken met dat van bekende referentiestoffen, is te zien of die stoffen erin zitten en in welke hoeveelheid. Dit kan door middel van een puntmeting, maar ook steeds meer door de eigenschappen van het volledige product in beeld te brengen.

golflengte-
patroon



Met infraroodspectrometrie zijn niet-destructief de inhoudsstoffen te bepalen.

bare kenmerken in beeld



Met chlorofylfluorescentie is de fotosynthese van planten te bepalen. Planten die last hebben van Botrytis geven 'dode', zwarte plekkjes.

Een toepassing is het bepalen van inhoudsstoffen van producten. Iedere stof heeft zijn eigen patroon van geabsorbeerde pieken. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk het lycopeengehalte in tomaat te bepalen als kwaliteitskenmerk en dit te gebruiken bij het sorteren. Andere te meten inhoudsstoffen zijn bijvoorbeeld β -caroteen, chlorofyl-A en het eiwit- en suikergehalte. Een andere mogelijkheid is het bepalen van de voedingstoestand van een gewas om vervolgens de ontbrekende meststoffen toe te dienen. Pekkeriet geeft als voorbeeld de 'Inspector', die de voedingsbehoefte van gras meet en specifiek voor ieder grassprietje het benodigde bemestingsadvies kan geven.

Röntgen

Röntgen gaat ook in de glastuinbouw doorbreken. Bij deze technologie is het mogelijk door bladeren, zaden en structuren heen te kijken op basis van de dichtheidsmeting. Op deze manier geeft de röntgentechnologie informatie over verborgen eigenschappen. Zo is er, op basis van dichtheid, bijvoorbeeld te bepalen hoeveel alstroemeria- of orchideebloemen er aan een steel zitten. En bij zaden is met behulp van röntgen te onderzoeken op eigenschappen als de te verwachten kiemkwaliteit.

Chlorofylfluorescentie

Chlorofylfluorescentie is een veelgevraagd hulpmiddel omdat het daarmee mogelijk is om de fotosynthese van planten te bepalen. Daarbij wordt een rode laser-

straal naar het object gestuurd. Chlorofyl fluoresceert onder rood licht. Een camera legt het fluorescerende beeld vast.

Door een opname met en zonder rode laser te maken, en deze beelden softwarematig van elkaar af te trekken, ontstaat een beeld van de rijpheid van een product. Door met kleurtjes aan te geven waar meer, minder of geen chlorofyl zit, ontstaat er een beeld. Planten die last hebben van stress of van Botrytis geven 'dode', zwarte plekkjes waarbij het chlorofyl niet reageert. Op basis van het patroon is in de toekomst te bepalen om welke ziekte het gaat.

Deze techniek heeft veel potentie en is ook toe te passen bij het bepalen van de houdbaarheid van producten. Levende producten maken chlorofyl aan en breken het weer af. De hoeveelheid aangemaakte chlorofyl is een maat voor de houdbaarheid. De techniek is onder andere toe te passen bij aardbeien, bloemen en groenten.

Binnen de glastuinbouw wordt de 2D-visionstechniek al volop toegepast bij het sorteren en het bepalen van de kwaliteit. Nieuw is het aansturen van een robotarm. Nog nieuwer zijn de verschillende 3D-technieken, zoals lasertriangulatie, stereovisie, 'volumetric intersection' en visionstechnieken waarbij gebruik wordt gemaakt van technieken die buiten het zichtbare spectrum werken.

SAMENVATTING

Idiote daadkracht

Druk, druk de laatste maand van het jaar. Eerst met het doodspuiten van mijn tuin, die van mijn moeder had ik al onderhanden genomen want je kunt niet weten.

Ik had hem onderschat, die Klink. Een beetje zijn eigen schuld, want had hij geen twee jaar getreuzeld om de horeca rookvrij te maken? Nu is hij duidelijk op dreef. De geldsmijterij van Bos werkt inspirerend, "daadkracht werkt". Althans op korte termijn.

Van de één op de andere dag wordt Klink ook dapper en verbiedt 180 paddo's. Dat de helft van dat assortiment in elke tuin groeit, deert hem niet. Hij plukte een lijstje van het internet en deed ze in de ban. Niet eens via de gebruikelijke omweg door het af te schuiven op de werkgever. Nee, "paddo in de tuin, 6 jaar cel". Dat wil ik opoe niet aandoen dus haar tuin staat nu helemaal in de beton. Zelf wonend op een dijk van 30 duizend meter loop ik daarover nog wat te dubben, 3 ha beton is 42.857 kruiwagens. Maar die 6 jaar bajes hangt wel als een donkere wolk boven mijn hoofd.

Daarna, nog even snel voor de jaarwisseling, thuis voor 50 euro drie zekeringen laten vervangen. Nieuw regeltje, we betalen volgend jaar ook privé een "capaciteitsheffing". Ook gelijk een kleinere tank in mijn auto laten zetten want het kan nooit lang duren voordat een 60 liter tank extra wordt belast.

Nog even uitschrijven bij de tuinbouw WKK-club, twee jaar terug opgericht om een antwoord tegen de CO₂ idioterie te bedenken. Nu huren ze personeel in om zichzelf te verkopen = in stand te houden en daar heb ik niets mee. Als je voor je voortbestaan moet lobbyen, hou er dan alsjeblieft mee op. Wel weer inschrijven bij de NAK, moet van de EG.

"Terugdringen van de regelgeving" heb ik altijd verkeerd begrepen, ze bedoelen "ons verder terug te dringen middels meer regelgeving". Er is geen ontkomen aan, een brij aan onzin wordt bedacht teneinde meer ambtenaren werk te verschaffen. Onbegrijpelijk dat het allemaal wordt gepikt, dat er geen revolutie uitbreekt.

We accepteren het dat de maatschappij zo wordt ingericht en alles zo met regeltjes dichtgetimmerd dat we het normaal zijn gaan vinden adviseurs en deskundigen nodig te hebben. Daarmee is de grootste luchtbel ooit geschapen en wordt verreweg het meeste geld verspild met het oplossen van elkaars onzin. Zo gedetailleerd, verwarrend en tegenstrijdig dat de deeltijdwerkers die het moeten uitvoeren het zeker niet snappen en de computer naar eigen believen bepaalt hoe het zit.

Ik krijg het drukker en drukker met het reageren op idioten. En komt er af en toe eens een dappere rechter die wat onzin naar de prullenbak verwijst, "ach, dan wijzigt Den Haag gewoon de wet". Dat zal in 2009 niet beter worden.

Hans de Vries
Hans@JdeVries.nl

lycopeen-
gehalte

verborgen
eigenschappen