

*Robots voor de land- en tuinbouw:*

# Een KWESTIE van HARDWARE of een KWESTIE van SOFTWARE?

**Auteur: prof.dr.ir. E.J. van Henten, Hoogleraar Agrarische Bedrijfstechnologie,**

*Leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie, Wageningen Universiteit, e-mail: eldert.vanhenten@wur.nl*

## **Inleiding – is de robottechnologie al gemeengoed?**

De afgelopen jaren is mij met enige regelmaat gevraagd waarom in Wageningen eigenlijk aan robots voor de land- en tuinbouw wordt gewerkt. Want, zo is de redenering, robots in alle soorten en maten zijn toch te koop in Japan? Daar ligt de benodigde techniek toch al lang klaar op het schap! En dát is zeker een interessante observatie. Maar klopt dat beeld ook echt? Waarom zijn robots in de agro-sector nog geen gemeengoed? Waarom worden tomaten, komkommers en paprika's nog steeds door mensen geoogst, terwijl de arbeidskosten al jaren de pan uit rijzen en het voor tuinders steeds moeilijker wordt om voldoende en geschikt personeel te vinden. Dat heeft zeker met de kostprijs van de benodigde techniek te maken. Dat heeft er zeker ook mee te maken dat menig boer en tuinder toch liever met mensen werkt dan met robots. Maar er is meer aan de hand. Is de benodigde techniek wel echt beschikbaar? En zo niet, waar zit dan het knelpunt? De stelling die ik met dit artikel wil onderbouwen is dat de benodigde technologie voor grootschalige robotisering in de land- en tuinbouw nog niet kant en klaar te koop. En ten tweede, dat dat niet zo zeer een kwestie is van hardware maar vooral een kwestie van software is. Koren op de molen natuurlijk van de VIAS gemeenschap. Ik stel het op prijs uw mening, voor of tegen, te horen.

## **Stand van zaken in de robottechnologie**

### **Wat is een robot?**

Eerste vraag die natuurlijk op tafel komt is: "Wat is een robot?" Laat ik daar een globale afbakening maken. De meningen daar over lopen sterk uiteen. Eén definitie is: 'Een robot is een programmeerbare machine die meerdere verschillende taken kan uitvoeren'. Een andere definitie gevonden in de Wikipedia: 'Een robot is een machine die beschikt over een stoffelijk lichaam en een beslissingsmodel, een programma. Dit beslissingsmodel kent nagenoeg altijd een structuur van perceptie en daarop volgende actie'. Een definitie van het vakgebied robotica: 'De intelligente transformatie van perceptie naar een mechanische actie'. Ik wil daar

aan toe voegen dat, naar mijn mening, een robot ook een zekere mate van autonomie moet hebben. Zodra de mens bijvoorbeeld door middel van supervisie en afstandsbesturing regelmatig en direct ingrijpt op de acties van de machine, dan ben ik minder geneigd dit een robot te noemen. Maar ik geef toe, die grens is vaag.

## **Waarnemen – interpreteren – handelen**

Als we al deze definities combineren dan worden de componenten van een robot helder. Wat wij meestal zien is het *mechaniek* dat beweegt en één of meerdere handelingen uitvoert. Wat meestal ook, maar vaak ook niet zichtbaar is, zijn de *sensoren*, de elektronica waarmee omgevingsfactoren in kaart worden gebracht, de perceptie. Wat zelden of nooit zichtbaar is, is de *software*, de intelligentie, waarmee de sensorinformatie wordt omgezet in de bewegingen die wij weer wel kunnen waarnemen. En in die software zit naar mijn mening het grootste knelpunt.

## **Van losse elementen naar integrale apparaten**

Want karretjes waarmee je een mobiele robot kunt bouwen zijn in alle soorten en maten te koop, evenals robotarmen. Hetzelfde geldt voor sensoren. Denk aan 2D en 3D camera vision systemen en bijvoorbeeld sensortechnologie op basis van infrarood licht, ultrasoon geluid, laser of radar. Zo ook allerlei soorten mechanische tasters, druksensoren, wielen-coders, versnellingsopnemers, inclinometers, gyroscopen, kompas etc. Maar, software die, voor een willekeurige taak op basis van die sensordata, een passende correcte actie berekent, is niet kant-en-klaar te koop. Dit beeld werd bevestigd tijdens de ontwikkeling van een komkommerplukrobot bij het toenmalige Instituut voor Milieu en -Agritechniek (IMAG) te Wageningen, zie figuur 1. Deze robot plukte na een ontwikkeltraject van ongeveer vijf jaar in 2001 komkommers in een kas [1]

Deze robot was voor een zeer groot deel opgebouwd uit bestaande hardware componenten. Dat was voorwaar geen kleine klus, maar de meeste tijd is toch gaan zitten in het



Figuur 1. Oogstrobot voor komkommer

ontwikkelen van de software waarmee de camerabeelden werden omgezet in een plukactie door de robot arm; de zogenaamde oog-hand coördinatie. Hierbij ging het niet alleen om die oog-hand coördinatie, maar ook om het afvangen van bijvoorbeeld onduidelijke situaties waarin informatie niet compleet was of het voorkomen van onveilige situaties. Dit zijn zaken waarmee een mens, zeker na enige oefening, snel, adequaat en intelligent om kan gaan, maar die voor een robot nagenoeg letter voor letter in software algoritmes moeten worden uitgespeld. Dit gold ook voor Cropscout, een robotje dat autonoom over het veld kan rijden en winnaar was van het Field Robot Event in 2004 [2], zie figuur 2. Op hoofdlijnen was de hardware hetzelfde als die van de tegenstanders tijdens deze wedstrijd. Alle hardware kwam regelrecht uit de winkel. Het was de software, waarin sensorfusie technieken waren toegepast, die het verschil maakte.

## Stand van zaken wereldwijd

Wordt dit beeld bevestigd in andere toepassingsgebieden? Ik meen van wel. De United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) maakt jaarlijks wereldwijd analyses van ontwikkelingen op het gebied van robotica [2]. Die analyses vormen een interessante bron van informatie. De UNECE maakt onderscheid tussen industriële robots en service robots. Industriële robots worden gebruikt bij de productie van bijvoorbeeld auto's en consumentenelektronica. Tot en met 2003 waren van dit type robots ongeveer 800.000 eenheden wereldwijd operationeel. En verwacht wordt dat dit aantal zal stijgen naar ongeveer 1 miljoen stuks in 2007. Bij service robots kunt u denken aan robots voor de land- en tuinbouw, reiniging, inspectie, constructie en sloop, logistieke operaties, medische ingrepen, defensie toepassingen zoals het ruimen van mijnen en bommen en beveiligings- en verkenningsoperaties, laboratorium, domestic, entertainment, verzorging etc. In totaal waren er daarvan in 2003 ongeveer 1.3 miljoen eenheden verkocht. En dit aantal neemt snel toe in de periode 2004-2007 tot 8 miljoen. Wat zijn de grote markten? Van autonome stofzuigers zijn tot en met 2003 570.000 stuks verkocht. Robot grasmaaiers zoals die van Husqvarna zijn inmiddels ook bekende verschijningen en zijn goed voor 37.000 stuks. Een andere grote markt voor robots is entertainment. Speelgoedrobots met een totale verkoop van 590.000 stuks tot en met 2003 zijn daar een voorbeeld van. Denk bijvoorbeeld aan het robothondje AIBO van Sony (figuur 3). Die aantallen zullen de komende jaren zeker stijgen.

## Hoe geavanceerd zijn de robots anno 2006?

Maar zijn al die robots nou echt intelligent? Kunnen ze snel en effectief omgaan met grote variaties en onzekerheid in de werkomgeving? Ik meen van niet. De meerderheid van de industriële robots wordt gebruikt in situaties waarin er niet of nauwelijks variatie zit in het object waaraan gewerkt wordt of de omgeving waarin gewerkt wordt. Lasrobots in de auto-industrie zijn daarvan een voorbeeld. Op het punt van entertainment robots kan ik putten uit eigen ervaring. Ik heb het genoeg gehad om met een AIBO robothondje te mogen experimenteren. Dat was zondermeer leuk. Elektromechanisch zitten die dingen bijzonder fraai in elkaar. Daar gaat het technen hart zeker sneller van kloppen. Het ding reageerde leuk op signalen uit zijn omgeving en kon een rode bal volgen. Maar wat ik ontluisterend vond was dat toen AIBO tegen een tafelpoot aan liep, hij gewoon recht door probeerde te blijven lopen en pas stopte toen de batterij leeg was. Nog niet écht slim. De autonome grasmaaiers en stofzuigers doen het al een stuk beter. Hoewel de grasmaaiers opereren in een redelijk goed gestructureerde omgeving, een open grasveld, dat afgezet is door een elektronisch 'hekwerk'. Daar bestaat weinig onzekerheid over. Fraaie machines, zeker. Maar nog niet écht slim.

## Op zoek in de frontlinie

Dan maar te rade bij defensie. Als je op zoek bent naar front-line technologie, dan moet je in die sector zijn. In 2004 en 2005 heeft het Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA) van het Amerikaanse Ministerie van Defensie een wedstrijd uitgeschreven, de DARPA Grand Challenge, waarbij autonome robots een route van 150 mijl moesten afleggen [4]. De route was van te voren bekend, alleen maakten onbekende obstakels op de route en grote variaties in het terrein het leven van de robots zuur. In 2004 haalde geen van de 25 teams de eindstreep! In 2005 was er meer succes. Van de 23 finalisten uit een oorspronkelijke groep van 183



Figuur 2.  
Cropscout



Figuur 3. Robothondje AIBO van Sony

inschrijvingen, haalden 5 robots de eindstreep waarvan 4 binnen de gestelde tijdslimiet van 10 uur. Deelnemers waren niet de eerste de beste, maar gerenomeerde technologische instellingen als Stanford University en Carnegie-Mellon University. In 2006 is in Duitsland een vergelijkbare wedstrijd gehouden, ELROB – European Land Robot Trial, en is ook vastgesteld dat de technologie al ver ontwikkeld is, maar nog niet voldoende om volledig autonoom opereren van een robot in een ongestructureerde omgeving mogelijk te maken [5]. Dit wordt bevestigd door het feit dat de onbemande machines die tijdens diverse conflicten in de wereld op en rond het slagveld zijn ingezet allemaal op afstand door mensen werden bediend (tele-operation) en niet autonoom functioneerden.

### En hoever zijn we in de agrarische sector?

Nu terug naar de agrarische sector. Deze sector onderscheidt zich van bijvoorbeeld de auto-industrie door een grote (biologische) variabiliteit in plaats, oriëntatie, vorm, grootte en kleur. Dit zijn condities waarmee de defensie-industrie ook te maken heeft. Ja, er zijn zeker voorbeelden van commerciële agro-robots.

### Melkrobot

Denk aan de melkrobot die door diverse fabrikanten al zeker tien jaar op commerciële basis wordt geleverd. Maar let op, één van de stappen die de sector heeft gemaakt om die robots tot een succes te laten worden is het selecteren van koeien. Koeien met een uitzonderlijke uivorm of tepelstand zijn indertijd uit de kudde verwijderd. Blijkbaar was de technologie niet zo ver ontwikkeld dat afwijkende koeien hanteerbaar waren voor de robot. Voor de geavanceerde ooghand coördinatie van de mens was en is dat geen probleem. En zelfs tot op de dag van vandaag halen melkrobots nog geen aansluitpercentage van 100%. Ook daar kan nog een slag worden gemaakt.

### Rombomatic

Een ander voorbeeld van een commercieel verkrijgbare robot is de Rombomatic. Een robot die voor een grote verscheidenheid aan gewassen, volautomatisch, stekken kan snijden. Een mooi stuk techniek dat zeer succesvol is, maar niet in de laatste plaats door het feit dat de structuur van het gewas dat gesneden moet worden behoorlijk goed gedefinieerd is. Een analyse van de productieprocessen in de glastuinbouw laat zien dat in de stappen van zaaien, stekken, enten, oppotten, intern transport, planten, gewasonderhoud, oogsten, sorteren en verpakken, die processtappen al verregaand zijn geautomatiseerd waarbij plaats, oriëntatie, vorm etc. goed zijn gedefinieerd [6]. Denk aan zaai-, stek- en entmachines, oppotmachines, volautomatisch intern transport, sorteren en verpakken. Maar bij handelingen die sterk leunen op menselijke intelligentie, vaardigheid en snelheid ten aanzien van herkennen, plaats bepalen en selecteren, zoals gewasonderhoud en oogsten is dat tot op heden niet het geval.

### Conclusie

Komkommers kunnen door een robot worden geogst, dat is de afgelopen jaren aangetoond. Robotjes kunnen autonoom over het veld rijden. Maar de robuustheid, snelheid, veiligheid voor mens en gewas en met name het succespercentage laten nog te wensen over en staan een snelle introductie in de praktijk in de weg. En dat is niet zozeer een kwestie van de hardware. Die is beschikbaar. Het is vooral een kwestie van slimme software. Op dat vlak moet nog veel werk verzet worden.

### Dames en heren informatici, de uitdaging is aan u! (eldert.vanhenten@wur.nl)

- [1] Henten, E.J. van, Hemming, J., Tuijl, B.A.J. van, Kornet, J.G., Meuleman, J., Bontsema, J., Os, E.A. van, 2002. An autonomous robot for harvesting cucumbers in greenhouses. *Autonomous Robots*, 13: 241-258.
- [2] Henten, E.J. van, Tuijl, B.A.J. van, Hemming, J., Achten, V.T.J., Balendonck, J., Wattimena, M.R., 2005. Cropsout – a mini field robot for research on precision agriculture. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Field Robot Event*, June 17-18 2004, Wageningen, The Netherlands: 47-60.
- [3] [www.unece.org/press/pr2004/04stat\\_p01e.pdf](http://www.unece.org/press/pr2004/04stat_p01e.pdf)
- [4] [www.darpa.mil/grandchallenge/](http://www.darpa.mil/grandchallenge/)
- [5] [www.elrob.org](http://www.elrob.org)
- [6] Henten, E.J. van, 2004. Greenhouse mechanization: state of the art and future perspective. *Preprints of the MARDI-ISHS International Symposium on Greenhouses Environmental Controls and in-house Mechanization for Crop Productions in the Tropics and Subtropics*, 15-17 June 2004, Cameron Highlands, Malaysia