

Automatische oogstsystemen in de tuinbouw

Intensieve samenwerking tussen telers, gewasdeskundigen en technici nodig

ir. J.J.H. van Nunen

Ontwikkelingsmaatschappij C.C.M. BV.
Postbus 12, 5670 AA Nuenen
Telefoon 040 834405, telefax 040 837135

Referaat

Het oogsten van tuinbouwproducten is vaak het meest arbeidsintensieve onderdeel van de teelt. Vanuit de tuinbouw, waar de kostprijs onder druk staat en het steeds moeilijker wordt op het gewenste moment voldoende arbeidskrachten te werven, komen automatische oogstsystemen steeds meer in de belangstelling. Bij deze automatisering kunnen geen concessies worden gedaan aan kwaliteit of verpakking. Integendeel, door een betere kwaliteitsbeheersing moet vaak een meeropbrengst worden gerealiseerd.

Inleiding

CCM is een ingenieursbureau gericht op innovatie in discrete productie. Hierbij wordt zowel de ontwikkeling van nieuwe producten als van nieuwe productiesystemen aangepakt. Vanuit deze achtergrond is CCM al enkele jaren geleden betrokken bij de ontwikkeling van een champignonplukautomaat. Momenteel wordt een proefmachine uitgebreid getest. Onlangs is ook gestart met de ontwikkeling van een systeem voor het automatisch oogsten van chrysanten, terwijl een aantal projecten voor het oogsten van andere producten in voorbereiding zijn.

In de ontwikkelingsfasen wordt een bijdrage van de informatica verwacht. Gedacht kan worden aan besturings-software, signaalverwerking, beeldanalyse en simulaties.

Champignons oogsten

Champignons worden geteeld op compost. De teelt vindt plaats op bedden in een stelling. Deze stellingen staan in twee rijen van vijf lagen opgesteld in een cel. Na ongeveer drie weken kunnen de eerste champignons worden geoogst. Dit oogsten gebeurt in "vluchten", met een tussenpoos van ongeveer een week komen de champignons op (zie figuur 1). Op twee manieren worden de champignons geoogst. Voor de versmarkt wordt selectief met de hand geplukt, voor de conservenindustrie

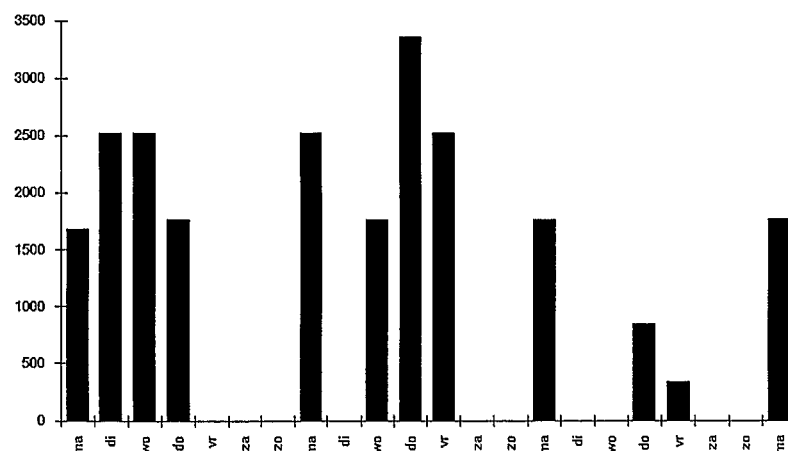
worden alle champignons mechanisch losgesneden en afgevoerd.

CCM heeft een plukrobot ontwikkeld waarmee het mogelijk is selectief op stellingen te oogsten. Deze ontwikkeling is door CCM in drie stappen gerealiseerd. De eerste betrof een uitvoerige probleemanalyse en het op laboratoriumschaal testen van oplossingen. Hierna is een proefmachine gebouwd waarmee ervaring is opgedaan. Op basis hiervan is een prototype gebouwd.

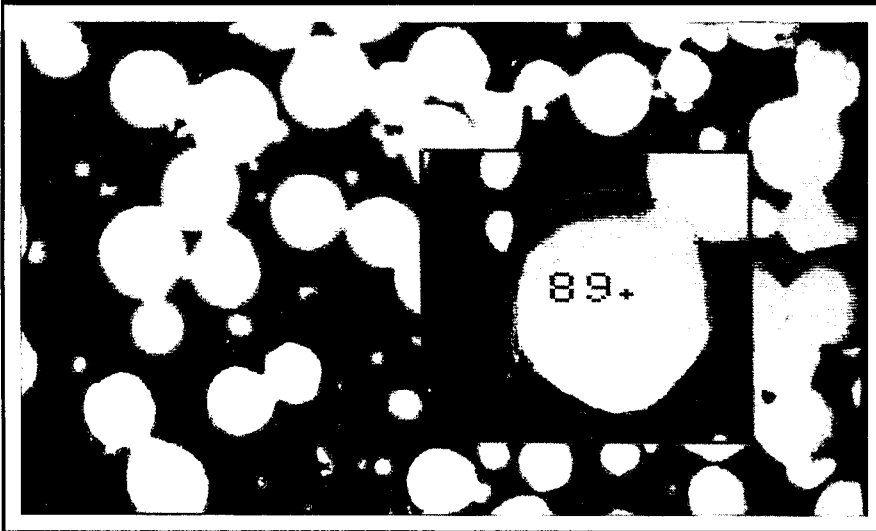
De plukrobot bestaat uit een aantal functieblokken:

- kar met aandrijving en een pneumatische eenheid (lucht/vacuüm-supply);

Figuur 1 - Champignon "vluchten"



Figuur 2 - Geselecteerde champignon



- camera met verwerkingselektronica voor het lokaliseren van de te plukken champignons;
- een aantal plukarmen met een eenheid voor het afsnijden van de voetjes;
- gescheiden afvoer van voetjes en champignons.

Behalve bij de karbesturing en de servo-systemen is informatica nadrukkelijk aanwezig bij het detecteren van de te plukken champignons en de simulaties voor de optimalisering van de plukrobot.

Champignon detectiesysteem

Met een standaard beeldbewerkingssysteem zijn op basis van opnames van enkele champignonbedden algoritmes ontwikkeld en getest. Later zijn deze algoritmes aangepast aan de lijnsensor in het prototype en verder op snelheid geoptimaliseerd.

De detectie van een te plukken champignon gebeurt in een viertal stappen. Eerst wordt in het beeldveld globaal gezocht naar coördinaten van mogelijke champignons. De bedoeling is op iedere champignonhoed minstens één punt te vinden en op zo weinig mogelijk champignons meer dan één punt. Deze punten fungeren als startpunten voor de volgende fase, het bepalen van de afmetingen van de bij het startpunt horende champignon (zie figuur 2). Fase drie is het op grond van ingestelde minimale en maximale grootte selecteren van de plukbare champignons. Niet alle plukbare champignons kunnen door de ro-

bot ook werkelijk worden geplukt. De champignons kunnen zo dicht bij elkaar staan dat plukken door de robot tot beschadiging leidt. Het robotprototype rijdt met een constante snelheid over het bed. Het kan voorkomen dat er op een gedeelte van het bed zoveel champignons staan dat er niet voldoende tijd is om ze allemaal te plukken. Het is dus nodig om als laatste stap in het selecteren van te plukken champignons een optimale selectie te maken van champignons die ook daadwerkelijk geplukt kunnen worden. Ervaringen met de proefmachine geven aan dat de sortering door de plukrobot geogste champignons homogener is dan bij handoogst.

Configuratie plukrobot

De plukrobot bestaat uit een dragende kar met voorzieningen, een detectiesysteem, een aantal plukeenheden en een afvoersysteem. Voor een concrete uitvoe-

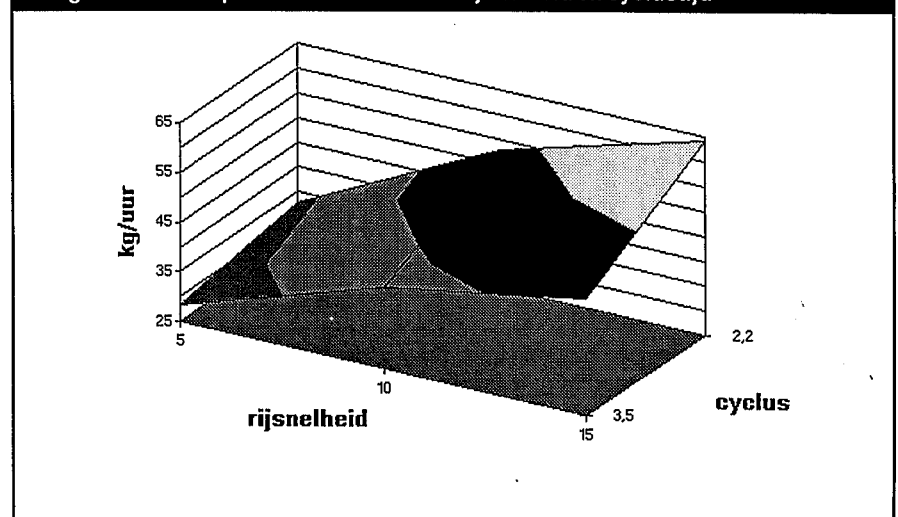
ring van een plukrobot moeten keuzes worden gemaakt. Voor de karaandrijving wordt gekozen voor een eenvoudige aandrijving met een vrijwel constante snelheid of voor een complexere waarbij de snelheid afhankelijk is van het aantal te plukken champignons. Het aantal plukarmen, het aantal vrijheidsgraden per arm en de slaglengte per vrijheidsgraad dienen gekozen te worden. Van grote invloed op de plukcapaciteit is de cyclustijd van een plukarm. Een snelle arm vergt een dure constructie.

Voor een goede afweging van de verschillende varianten zijn een aantal simulaties uitgevoerd. In figuur 3 staan de resultaten voor een robot met vier plukeenheden, twee vrijheidsgraden per eenheid en een constante rijsnelheid. De rijsnelheid en de cyclustijd van de plukeenheden zijn gevarieerd. In figuur 4 staat wat de effecten zijn van een extra vrijheidsgraad in de plukarmen.

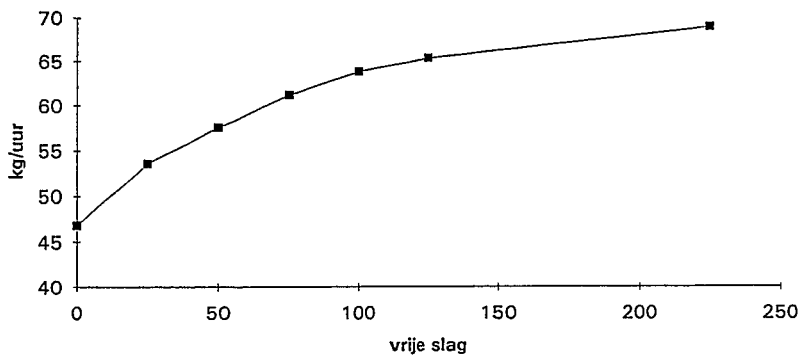
Chrysanten oogsten

Chrysanten worden geteelt op bedden. Tijdens de groei wordt een net mee omhoog gebracht om te voorkomen dat ze omvallen. In iedere maas van dit net bevindt zich één chrysant. Bij het oogsten worden de chrysanten één voor één door het net omhooggetrokken. Dit vergt een vrij grote inspanning van de plukker. Inmiddels is er een snijmachine op de markt die de chrysanten vlak boven de grond los snijdt zodat ze alleen nog maar opgetild hoeven te worden. De plukker verzamelt zo een aantal

Figuur 3 - Plukcapaciteit als functie van rijsnelheid en cyclustijd



Figuur 4 - Plukcapaciteit als functie van extra vrijheidsgraad

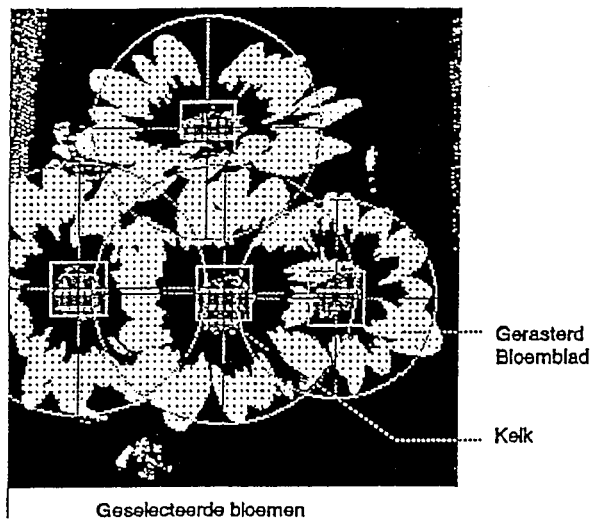


chrysanten tot een bos en legt deze op een transportband die de bos naar het middenpad transporteert. Op het middenpad wordt de bos op lengte gesneden, samengebonden met een elastiekje, in cellofaan verpakt en in dozen verzameld.

Een eerste onderzoek naar het automatische oogsten wees al snel uit dat het selectief mechanisch oogsten van de chrysanten economisch onhaalbaar is. Bossen maken van ongeselecteerde chrysantakken daarentegen leidt tot een onacceptabele grote spreiding tussen bossen onderling. De overblijvende optie is een kwaliteitsbepaling per geplukte tak en een selectie van takken per bos. De kwaliteit van een tak wordt onder andere bepaald door het aantal bloemen, de rijpheid, het gewicht en de regelmatigheid. Door de bossen optimaal samen te stellen wordt de opbrengst gemaximaliseerd. Een belangrijk onderdeel

in een automatisch oogststelsysteem is dan ook de tak-beoordeling.

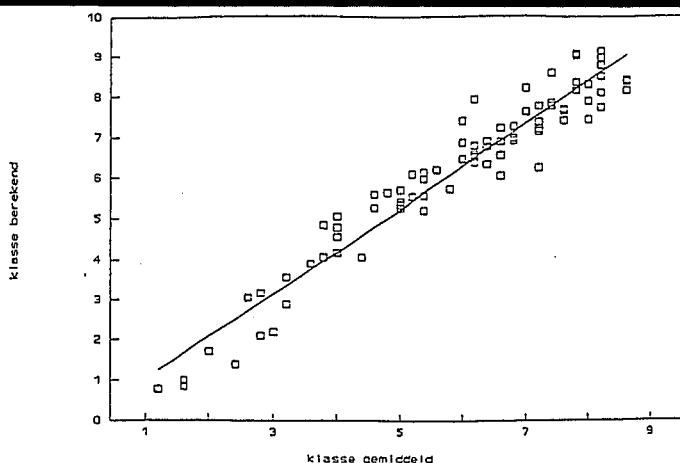
Figuur 5 - Bepaling bloemoppervlak en aantal bloemen



Door analyse van een takopname zijn een aantal parameters van een bloemtak, zoals

beschikbaar. Deze kan erg waardevol zijn voor een hoger rendement.

Figuur 6 - Geschatte klasse tegen klasse telers



De teelt van tuinbouwgewassen is op tal van plaatsen gemechaniseerd en geautomatiseerd. Dit betreft echter vrijwel altijd "eilandautomatisering". Vaak zijn de bestaande gewassen en teeltsystemen geselecteerd op eigenschappen die optimaal zijn voor de huidige, veel handwerk vragende, werkwijze. Om het hele traject te automatiseren is een intensieve samenwerking tussen telers, gewasdeskundigen en technici nodig.

Conclusies

Bij het ontwerpen van oogst- en teeltsystemen en bij de uitvoering kan informatica een wezenlijke bijdrage leveren. Bij automatische oogstsystemen komt vaak gedetailleerde informatie over de opbrengst ter