

# Ontwikkeling van een expertsysteem voor ziektediagnose

*ir. M.A. Kramers, ir. C.G.M. Conijn en ir. C. Bastiaansen*

Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO)

Postbus 85, 2160 AB Lisse

Telefoon 02521-62121, telefax 02521-17762,

e-mail marianne.kramers@lbo.agro.nl

## Referaat

De kennis van ziektebeelden in bloembolgewassen zit in de hoofden van enkele deskundigen. Om deze kennis breder toegankelijk te maken is een expertsysteem ontwikkeld. Dit systeem bestaat uit een databank en een redeneermechanisme. De databank bevat feitenkennis van diverse deskundigen. Het redeneermechanisme bootst de denkwijze van één expert na. Op basis van een eerste beschrijving van het ziektebeeld en vervolgens een dialoog tussen systeem en gebruiker, kan het systeem diagnoses van ziekten in bloembolgewassen stellen. Het expertsysteem is gebouwd in Prolog2 onder Windows. Tot nu toe is de databank alleen voor het gewas Iris gevuld.

Trefwoorden: ziektediagnose, expertsysteem, bloembol, Prolog

## Inleiding

Wanneer afwijkingen in een gewas worden aangetroffen, is het stellen van een juiste diagnose van essentieel belang om te kunnen ingrijpen. Om goed te kunnen diagnosticeren, is veel kennis en ervaring nodig. Er is slechts een enkeling die dit heeft. Om deze kennis en ervaring vast te leggen en breder toegankelijk te maken is een expertsysteem ontwikkeld. Dit expertsysteem is een computerprogramma dat diagnoses van ziekten in bloembollen en bolbloemen kan stellen. Het bevat de kennis van op het LBO aanwezige experts op het gebied van ziekten en diagnosticeren.

## Waarom een expertsysteem ?

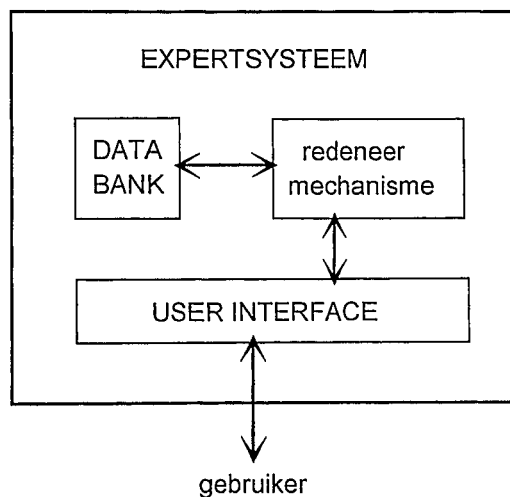
Een expertsysteem is een computersysteem dat de expertise van een expert bevat.

Het bestaat uit drie onderdelen: een databank, een redeneermechanisme en een user-interface. In de databank is kennis over de ziekten gestructureerd opgeslagen. Het redeneermechanisme kan met behulp van de kennis uit de databank diagnoses stellen. De userinterface zorgt voor de interactie tussen gebruiker en systeem. Figuur 1 geeft een schematische weergave van de opbouw van een expertsysteem.

Er zijn diverse redenen waarom gekozen is voor de ontwikkeling van een expertsysteem:

- Dit type systeem vergt weinig onderhoud. Wanneer de beschrijvingen eenmaal goed ingevoerd zijn, zal daar weinig meer aan veranderen;
- Dit type systeem maakt het mogelijk dat niet alleen feitenkennis maar ook de redeneertrant kan worden vastgelegd;

Figuur 1 - De onderdelen van een expertsysteem in schema



- Feiten en en redeneerwijzen zijn bovendien gescheiden programma-onderdelen. Hierdoor kan zonder problemen feitenkennis van meer experts en van meer gewassen in de loop van de tijd aan het systeem worden toegevoegd;
- De redeneertrant is uniform voor alle gewassen en behoeft daarom slechts eenmaal ontwikkeld te worden;
- Eén van de nevendoelestellingen van het ontwikkelen van een expertsysteem is het uniformeren van begrippen die nodig zijn om ziektebeelden te beschrijven. Het vakjargon is zeer divers.

## Ontwikkelingsmethode

### Stap 1: ontwerp structuur.

Om ziektebeschrijvingen in de databank op te kunnen slaan is een structuur ontwikkeld waarmee alle ziektebeelden beschreven kunnen worden. Deze structuur bevat een lijst mogelijke symptomen. Symptomen zijn bijvoorbeeld verkleuring, verrotting of schimmelpluis. Per symptoom is vastgelegd welke kenmerken van belang kunnen zijn. Voor 'verkleuring' is het bijvoorbeeld belangrijk te weten welke kleur de verkleuring heeft, waar de verkleuring zich bevindt en welke vorm de verkleuring heeft. Verkleuring heeft dus onder andere de kenmerken 'kleur', 'locatie' en 'vorm'. Aan de kenmerken zijn mogelijke waarden toevoegd. Vorm kan bijvoorbeeld 'strepen' of 'vlekken' zijn. Met deze structuur kunnen alle afwijkingen beschreven worden. Bijvoorbeeld 'lichtgroene strepen op de bovengrondse bladdelen'.

### Stap 2: verzamel ziektebeelden.

Voor het gewas Iris zijn alle ziektebeelden door de expert volgens de ontwikkelde structuur beschreven en opgeslagen in een databank. Voor het prototype is Iris als gewas gekozen, omdat daarbij relatief weinig ziekten voorkomen.

### Stap 3: ontwerp redeneermechanisme.

Door veel overleg met een expert is zijn gedachtengang geanalyseerd. Een methode die daarvoor is gebruikt, is het tele-

Tabel 1 -Voorbeeld van een ziektebeeld

Ziekte:	Bolrot	
Ziekteverwekker:	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>gladioli</i>	
context:	gewas:	Hollandse iris
	teelt:	bloementeelt
	voorkomen:	verspreid en/of pleksgewijs
	groeistadium:	na opkomst
symptomen	kenmerk	waarde
verrotting:	locatie:	bol of bolbasis
	kleur:	grijsbruin
	stevigheid:	zacht
	begrenzing:	scherp
	ingezonken:	licht
schimmelpluis:	locatie:	op de verrotting
	kleur:	wit
vergroeiing:	locatie:	loof
	vorm:	scheef / kromgroeien
vergroeiing:	locatie:	ondergrondse stengeldelen
	vorm:	ribbels
achterblijven:	mate:	korte planten en/of gebrekkige opkomst

fonische interview. De expert moet daarbij door de telefoon vragen stellen over het monster dat hij niet ziet. Dit voorkomt dat hij gedachtesprongen maakt, op basis van wat hij ziet, zonder deze te noemen.

### Stap 4: bouw prototype.

Er is een prototype van een ziekte-diagnose-expertsysteem gebouwd. Het prototype, EXSYS, is gebouwd in de computertaal Prolog. Deze taal is speciaal ontworpen voor de bouw van expertsystemen. Het programma werkt onder Windows.

## De databank

Voor het gewas Iris zijn 46 ziekten, plagen en gebreken (vanaf nu 'ziekten' genoemd) beschreven. Deze ziekten kunnen zijn veroorzaakt door schimmels, bacteriën, virussen, dierlijke organismen of niet-parasitaire oorzaken (bijvoorbeeld vorst). De ziekten zijn opgesplitst in 5 categorieën, van vaak tot zelden voorkomende ziekten. Door eerst tussen de vaker voorkomende ziekten te zoeken kan het systeem efficiënt werken.

Elke ziekte bestaat uit verscheidene ziektebeelden. Per stadium van het gewas, per teeltwijze en per stadium van de ziekte kan het ziektebeeld er immers anders uit zien. Een ziektebeeld bestaat uit een 'context' en 'symptomen'. Context is datgene dat het systeem van het gewas moet weten om een juiste diagnose te stellen. Context bevat bijvoorbeeld 'teelt', 'jaargetijde', 'grondsoort' en 'groeistadium van het gewas'. Bij elke context hoort een verzameling symptomen. Context plus symptomen beschrijven een ziektebeeld. In de tabel staat een voorbeeld van een ziektebeeld van de ziekteverwekker *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*.

Zoals in het voorbeeld is te zien, heeft elk symptoom kenmerken waaraan een waarde toegekend kan worden. Niet elk kenmerk hoeft een waarde te hebben. Het is of niet van belang of niet van toepassing. Wel is het ene kenmerk bij een symptoom belangrijker dan het andere kenmerk. Bij de verrotting bijvoorbeeld is de stevigheid belangrijker dan de begrenzing. Deze volgorde van belangrijkheid wordt door het rede-

Figuur 2 - Voorbeeld van de userinterface: Elkaar opvolgende invulschermen bij de beschrijving van het monster

The figure shows three sequential input screens for describing a specimen. The first screen, titled 'SYMPTOMEN', lists 15 symptoms with checkboxes. The second screen, titled 'VERROTTING', lists 9 characteristics with checkboxes. The third screen, titled 'REUK', lists 4 odor-related options with checkboxes. In the 'SYMPTOMEN' screen, 'verrotting' is checked. In the 'VERROTTING' screen, 'reuk' is checked. In the 'REUK' screen, 'geen geur' is checked.

SYMPTOMEN	
<input type="checkbox"/>	verkleuring
<input checked="" type="checkbox"/>	verrotting
<input type="checkbox"/>	verdorring/verdroging
<input type="checkbox"/>	vergroeiing
<input type="checkbox"/>	achterblijven
<input type="checkbox"/>	geen bloemaanleg
<input type="checkbox"/>	schimmelpluis
<input type="checkbox"/>	schimmeldraad
<input type="checkbox"/>	schimmelkorsten
<input type="checkbox"/>	dierlijk
<input type="checkbox"/>	vraat
<input type="checkbox"/>	afscheiding
<input type="checkbox"/>	beschadiging

VERROTTING	
<input type="checkbox"/>	locatie
<input type="checkbox"/>	kleur
<input type="checkbox"/>	stevigheid
<input checked="" type="checkbox"/>	reuk
<input type="checkbox"/>	begrenzing
<input type="checkbox"/>	ingezonken
<input type="checkbox"/>	vorm
<input type="checkbox"/>	kenmerk

REUK	
<input type="checkbox"/>	wel geur
<input type="checkbox"/>	sterke geur
<input type="checkbox"/>	zwakke geur
<input checked="" type="checkbox"/>	geen geur

neermechanisme gebruikt om vlotter te kunnen zoeken naar een diagnose.

Verder zijn niet alle symptomen in een ziektebeeld even belangrijk. In bovenstaand voorbeeld zal de verrotting altijd aanwezig zijn, terwijl de overige symptomen meestal te zien zijn. Symptomen hebben dus per ziektebeeld een status. Er worden drie statussen onderscheiden: verplicht aanwezig, meestal aanwezig en mogelijk aanwezig. Ook deze informatie wordt door het redeneermechanisme gebruikt om snel te kunnen zoeken.

Ten slotte zijn er symptomen die zo specifiek zijn dat ze slechts door één ziekteverwekker veroorzaakt kunnen zijn. Een voorbeeld hiervan zijn de in het voorbeeld beschreven ribbels op de ondergrondse stengedelen. Deze komen uitsluitend bij bolrot voor. Ook deze informatie wordt gebruikt om snel tot een diagnose te komen.

Door in het systeem dianummers achter de symptomen aan te geven, is een connectie gelegd met het op het LBO aanwezige diaarchief. De mogelijkheid bestaat hierdoor om symptomen nader te bestuderen. In de toekomst kan dit wellicht ook met de computer worden aangestuurd, zodat ziektebeelden op het scherm zichtbaar worden. Verder bestaat in het systeem per ziektebeeld ruimte voor aanvullende opmerkingen en/of kenmerken die niet met de symptomenstructuur beschreven kunnen worden. Een databank die elk ziektebeeld be-

vat is enorm groot. Er is een geraffineerd redeneermechanisme nodig om hiermee, binnen acceptabele tijd (korter dan een minuut) en met behulp van een beperkt aantal vragen (maximaal 6) diagnoses te kunnen stellen.

### Het redeneermechanisme

Een redeneermechanisme doorloopt bepaalde logische stappen die samen een denkproces vormen. Dit denkproces lijkt op het denkproces van een expert. Dat maakt de gedachtenstappen van het systeem zo efficiënt. Kort samengevat maakt het redeneermechanisme gebruik van vier regels:

- 1 Hoe vaak komt de ziekteverwekker voor;
- 2 Het al of niet aanwezig zijn van specifieke symptomen;
- 3 De status van een symptoom: verplicht, meestal of mogelijk aanwezig;
- 4 De belangrijkheid van de kenmerken van symptomen.

Aan de hand van een gebruikersvriendelijk invoerscherm beschrijft de gebruiker de symptomen die hij ziet. Hij kan zoveel of zo weinig invoeren als hij wil. Ziet hij veel symptomen en kan hij ze gedetailleerd beschrijven, dan zal de invoer aanzienlijk groter zijn dan wanneer hij slechts vaag kan beschrijven wat er mis is. Figuur 2 is er een voorbeeld van hoe 'reuk van een verrotting' kan worden ingevoerd.

Met behulp van de invoer zoekt het systeem naar de meest waarschijnlijke veroorzaker van de symptomen. Daarvoor zal het altijd eerst zoeken in de lijst met vaak voorkomende ziekten. Het systeem zoekt naar de ziekteverwekker die zo veel mogelijk van de invoer kan verklaren. Vindt het deze, dan vormt deze ziekteverwekker de hypothese van het systeem.

Vervolgens gaat het systeem testen of zijn hypothese juist is. Heeft het hiervoor extra informatie over het monster nodig, dan zal het systeem de gebruiker vragen stellen. Het aantal vragen is zo beperkt mogelijk. Komt een specifiek symptoom voor, dan wordt de hypothese bevestigd. Zo niet, dan wordt nagekeken of alle verplichte symptomen van de hypothese aanwezig zijn. Vervolgens worden de niet-verplichte, maar bij invoer wel genoemde, symptomen gecontroleerd. Het controleren van een symptoom kan zo gedetailleerd als nodig is: van een verplicht symptoom wil het systeem meer weten dan van een symptoom dat eventueel aanwezig is. Hoe gedetailleerd het systeem moet controleren om met een beperkt aantal vragen tot een juiste conclusie te komen moet blijken uit de testfase.

### De testfase

Het systeem wordt op dit moment getest voor het gewas Iris. Het testen gebeurt in eerste instantie binnen het LBO, op de afdeling gewasbescherming. Alle (semi-)ex-

perts kunnen monsters door het systeem laten diagnostiseren. De conclusies van de experts (afdeling diagnostiek) over het monster worden later naast de conclusies van het systeem gelegd om zo tekortkomingen van de database en het redeneermechanisme te achterhalen.

Vervolgens zal een testfase buiten het LBO plaatsvinden. Hoe lang beide testfasen gaan duren, hangt af van de aanvoer van monsters en van de hoeveelheid aanpassingen die nodig zullen zijn. Na de testfase zal worden beslist of uitbreiding naar andere gewassen wenselijk is. Het systeem

kan pas voor een groter publiek beschikbaar worden gesteld als het goed door de testfase heen is gekomen.

### Ten slotte

Om een ziektediagnose-expertsysteem te gebruiken heeft de gebruiker enige kennis nodig. Hij moet ziektebeelden kunnen beschrijven en conclusies kunnen interpreteren.

Potentiële gebruikers zijn in eerste instantie onderzoekers. In een later stadium, wanneer het systeem een degelijke testfase

heeft doorlopen, kan het systeem door de voorlichting, de Bloembollenkeuringsdienst (BKD) en telers worden gebruikt.

Een ziektediagnosesysteem is ook zeer geschikt als leermedium. Ten slotte zou een ziektediagnose-expertsysteem in de toekomst kunnen communiceren met andere systemen, bijvoorbeeld met het dia-archief en de gewasbeschermingskennisbank van de Plantenziektkundige Dienst (PD) in Wageningen.