

---

# HET ONTWIKKELEN VAN EEN EXPERTSYSTEEM VOOR ZIEKTEDIAGNOSE VAN BLOEMBOLLEN EN BOLBLOEMEN

## Een haalbaarheidsanalyse

M.A.H. Balvers en M.A. Kooge-Kramers<sup>1</sup>

---

*In september 1989 is het project "het ontwikkelen van een expertsysteem voor ziektediagnose van bloembollen en bolbloemen" begonnen. Dit project wordt uitgevoerd in samenwerking tussen de Technische Universiteit Eindhoven en het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse. In dit artikel zullen kort de fasen van het project beschreven worden.*

---

### Inleiding

In bolgewassen kunnen een groot aantal ziekten en afwijkingen voorkomen. Deze ziekten en afwijkingen kunnen worden veroorzaakt door virussen, bacteriën, schimmels en insecten maar kunnen ook een fysiologische achtergrond hebben. Naast een beperkt aantal regelmatig optredende ziekten zijn er ook die minder frequent of zelfs sporadisch optreden. In alle gevallen is het echter noodzakelijk een correcte diagnose te stellen om de juiste maatregelen te kunnen adviseren. Door ziekten kan immers veel schade worden veroorzaakt, met name door opbrengstderiving en aantasting van de kwaliteit van het product.

Daar het onmogelijk is op elk gebied ziektediagnose-expert te zijn, bestaat de behoefte aan ondersteuning bij het stellen van de diagnose. Deze ondersteuning is op dit moment aanwezig in de vorm van publicaties met ziektebeelden, beschrijvingen en geadviseerde maatregelen. De wens bestaat echter om dit in de vorm te gieten van een expertsysteem.

Een expertsysteem is een beslissingsondersteunend informatiesysteem. Dit systeem kan gebruikt worden voor het stellen van een diagnose. Een diagnose wordt gesteld op basis van kennis en ervaring. Het expertsysteem bevat kennis en ervaring van een of meerdere experts, en volgt de wijze van redeneren die experts gebruiken bij het beoordelen van een situatie en het komen tot een beslissing of advies. Het systeem gaat consequent om met kennis. Het systeem volgt immers altijd het verwerkte redeneerproces.

Een expertsysteem heeft vele voordelen. Hoogwaardige kennis wordt vastgelegd en toegankelijk gemaakt voor niet-experts. Tevens kan de informatie verder gecompleteerd worden doordat meer experts hun expertise in het systeem verwerken.

### Een haalbaarheidsanalyse

Om te onderzoeken of een expertsysteem voor ziektediagnose haalbaar is, zal in eerste instantie een prototype ontwikkeld worden voor de ziektediagnostiek van het gewas Iris. Uit dit prototype zal blijken of het systeem aan de verwachtingen voldoet: kan de kennis voldoende juist en gedetailleerd worden opgeslagen en voldoet dit aan de behoefte bij het diagnose stellen. Vervolgens wordt beslist of het systeem met meer gewassen zal worden uitgebreid.

De ontwikkeling van een prototype is opgedeeld in een aantal fasen.

#### 1. Kiezen van kennisrepresentatie

Vastgesteld moet worden volgens welke structuur de kennis wordt weergegeven. Dit kan door middel van regels en feiten. Een feit is een eenvoudige uitspraak, een conditie. Een regel is een formule die aan één of meerdere condities een conclusie verbindt:

IF <condities> THEN <conclusie>.

Omdat de condities in geval van ziektediagnose een complexe structuur kunnen aannemen, worden deze in een framestructuur weergegeven. Van het symptoom worden vier "kenmerken" opgeslagen:

- De ziekte waar het symptoom bij hoort, b.v. bolrot;
- De naam van het symptoom en een omschrijving, b.v. grijsbruin aangetast weefsel met scherpe begrenzing;
- Het "type" symptoom, b.v. mogelijk aanwezig;
- De context waarin het gewas zich bevindt, b.v. geteeld op zandgrond, nat seizoen, vroeg stadium van het gewas.

---

<sup>1</sup> M.A.H. Balvers is student van de studierichting informatica aan de Technische Universiteit Eindhoven, Ir. M.A. Kooge - Kramers is onderzoeker bedrijfskunde bij het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO), Lisse, tel.:02521-19104.

Voor het ziektesymptoom (conditie) ziet dit er als volgt uit:

frame: ziektesymptoom x		
slot*	waarde	voorbeeld
ziekte	naam	bolrot
symptoom	[symptoomnaam, kenmerkenlijst 1]	lijst 1
type	waarde	mogelijk
context	kenmerkenlijst 2	lijst 2

Het 'sub'frame *symptoomnaam* ziet er als volgt uit:

subframe: symptoomnaam		aangetast weefsel (rot)	
slot*	waarde	voorbeeld	
kenmerk 1a	waarde 1a	kleur	grijsbruin
kenmerk 1b	waarde 1b	grens	scherp
...	...	...	...

\*) slot is te lezen als attribuut

De naam van het frame is bijvoorbeeld *ziektesymptoom x*.

Het frame behandelt de *ziekte* die naam *naam* heeft. Het *symptoom* wordt ook in de vorm van een frame (subframe) weergegeven. Bij *symptoomnaam* hoort *kenmerkenlijst 1* (dit zijn de kenmerken).

Met *type* wordt vastgesteld of het ziektesymptoom verplicht aanwezig moet zijn of mogelijk aanwezig is. De *waarde* is dus 'verplicht' of 'mogelijk'.

Met *context* worden de factoren bedoeld die ziekte-onafhankelijk zijn (b.v. stadium van het gewas) maar nodig zijn om tot de juiste conclusie te komen. De kenmerken die hiertoe behoren staan in *kenmerkenlijst 2*.

## 2. Bouw van module waarmee de feiten kunnen worden opgeslagen

De module, waarmee de feiten worden opgeslagen, wordt gebouwd met de logische programmeertaal PROLOG. De frames moeten als volgt worden ingevoerd:

```
(X, [['ziekte', waarde 1],
     ['symptoom', [symptoomnaam, kenmerkenlijst 1]]
     ['type', waarde 2],
     ['context', kenmerkenlijst 2]])
```

Er wordt een structuur, een module, gebouwd waarmee de vele complexe feiten gemakkelijk kunnen worden opgeslagen. De module wordt uitgebreid met een eenvoudige gebruikersinterface die de invoer van de feiten ondersteunt.

## 3. Vullen van de knowledge base

Met behulp van de module worden feiten, met een framestructuur zoals hierboven beschreven, aan de knowledge base toegevoegd. Voor het ontwerpen van deze frames moet een informatie-analyse worden uitgevoerd. Er worden in eerste instantie feiten gebruikt die een klein kennisgebied beslaan.

Met het invoeren van deze feiten wordt de module getest op functionaliteit en zondig bijgesteld.

## 4. Bouw van een basis-redeneermechanisme

Er wordt een basis-redeneermechanisme ingebouwd, dat aan de hand van de symptomen tot een conclusie komt. Het basis-redeneermechanisme vraagt klakkeloos naar alle symptomen. Het systeem moet met de ingevoerde feiten tot de juiste conclusie komen. Dit is tevens een globale controle of het systeem werkt.

## 5. Bouw van het (gedetailleerd) redeneermechanisme

Wanneer het basis-redeneermechanisme blijkt te voldoen, wordt de kennis van de expert wat betreft het redeneren (de 'slimmigheidjes') ingebouwd. Dit gebeurt in de vorm van regels. Als bijvoorbeeld een verkleuring op het blad is geconstateerd dan wordt de vorm nader onderzocht.

Bij het detailleren komen onder andere de prioriteitsstelling tussen symptomen en de samenhang tussen vragen aan de orde. Het doel is te komen tot een betere en snellere interactie tussen het systeem en de gebruiker.

## 6. Uitbreiden knowledge base en aanpassen redeneermechanisme

Kennis over andere ziekten (en wellicht kennis over ziekten in andere gewassen) kunnen worden toegevoegd. Het redeneermechanisme moet aan deze ziekten worden aangepast. Het systeem kan nu getest worden.

## Voortgang

Er is gekozen voor een kennisrepresentatie in de vorm van regels die zijn opgebouwd uit condities en een conclusie. De condities worden in framestructuren weergegeven.

Momenteel wordt gebouwd aan de module die gegevens kan invoeren en opslaan. Door feiten uit een beperkt kennisgebied in te voeren kan de functionaliteit van de module getest worden. Aan de gegevensanalyse is al het nodige werk verricht. Een eerste concept dat conclusies trekt uit feiten zal daarom zeer spoedig gereed zijn.

Vervolgens moet het redeneermechanisme van de expert aan het systeem worden toegevoegd. Dit zal een zeer moeilijke en tijdrovende taak zijn. Een eerste prototype zal vermoedelijk over vier maanden gereed zijn. Dan zal er beslist worden of met verdere ontwikkeling van het systeem moet worden doorgegaan. □