

# Digitale Detectie en Diagnose Dienst

## Oracle APEX versus Alternaria

*In het voorjaar van 2010 gebruikte het Hibrands Laboratorium (HLB), een van de meest vooraanstaande laboratoria op het gebied van bodem en gewasziekten, een subsidie beschikbaar gesteld door het IAD – een fonds voor innovatieve ondernemers uit Drenthe – om een expertsysteem te ontwikkelen waarmee gewasziekten elektronisch gedetecteerd en gediagnosticeerd kunnen worden. In dit project, afgekort tot 4D, hebben Ordina – HLB – ASTRON – Bayer Crop Science – AVEBE en Noorderlijke Hogeschool Leeuwarden (NHL) samengewerkt om de verschillende componenten van het systeem te ontwikkelen.*

Ordina heeft een RAD-aanpak gebruikt om een webapplicatie op basis van Oracle APEX te ontwikkelen waarmee een teler observaties rondom een gewas(ziekte) kan invoeren. Daarnaast worden onder andere een beeldherkenningmodule en Google Maps gebruikt om een observatie van aanvullende informatie te voorzien. De verschillende onderdelen van 4D communiceren via webservices met de 4D database. De APEX webapplicatie en de Oracle-database zijn gebruikt om informatie te vergaren alsmede het proces te sturen, om uiteindelijk het expertsysteem te voorzien van input. Deze laatste maakt beslissingen aan de hand van een kennis- en regelmanagement systeem.

Op dit moment nadert het project het einde van de eerste fase. Hierin zijn alle grote componenten gerealiseerd en wordt middels pilots 'echte' data verzameld om zowel het expertsysteem als de beeldherkenningmodule te verfijnen voor een bekende aardappelziekte genaamd Alternaria [2]. Een kort filmpje van dit project is beschikbaar op YouTube [4]. De aandoening, die ook voorkomt bij tomatenplanten, wordt veroorzaakt door

de schimmel Alternaria Solani. Als je eens in de gelegenheid bent om een aardappelveld te bezoeken: de symptomen van Alternaria zijn kleine dode vlekjes (lesies) op het blad, die van een speldenknop tot ongeveer een centimeter in diameter variëren (zie ook Figuur 1). Als er veel lesies op het blad zitten, kunnen ze samengroeien, waardoor het blad geel kleurt en afsterft. Vaak zullen de oudste bladeren het eerste geïnfecteerd raken en uiteindelijk van de plant vallen als de ziekte zich omhoog werkt langs de stengel van de plant. De aardappelknol kan ook geïnfecteerd raken en dit ziet er dan uit als een rotte plek (zie ook Figuur 2). Als je zo'n knol doormidden snijdt, dan zie je bruine-zwarte droge rot, vaak niet dieper dan een centimeter. In oudere lesies kunnen zich diepe scheuren ontwikkelen.

### Oplossingen met 4D

Alternaria ontwikkelt zich vaak bij aardappelrassen die laat in het seizoen (in de periode juli tot oktober) nog staan en komt meer voor bij planten die onderworpen worden aan uitdroging, slechte voedingsbodem of andere problemen. Alternaria kan flink schade veroorzaken als deze z'n gang gelaten wordt en mogelijk tot gevolg hebben dat alle bladeren van een aardappelplant vallen (zie Figuur 3).

Alternaria resulteert in een kleinere aardappelooft, of in het ergste geval, geen oogst. Het kan er namelijk ook voor zorgen dat een aardappelplant voortijdig dood gaat. Karakteristiek voor Alternaria is dat het in korte tijd kan uitbreken. Vroegtijdig bladverlies voor

een plant resulteert in aanzienlijk kleinere oogst. Een verlies van een 1/3 of meer in oogst is niet ongewoon, wat het de moeite waard maakt om op de eerste tekenen van Alternaria te reageren.

***Het diagnosticeren van Alternaria is geen sinecure. Dikwijls blijken verkleuringen op het blad niet door A. solani te worden veroorzaakt.***



Figuur 1: Blad van een aardappelpplant welke is besmet met *Alternaria Solani*.



Figuur 2: *Alternaria* op een aardappelknol.



Figuur 3: Een experiment waarbij *Alternaria* niet is bestreden.

Maar het vroegtijdig diagnosticeren van *Alternaria* is geen sinecure. Het probleem is dat veel verkleuringen in het blad worden verondersteld te zijn veroorzaakt door *A. solani*, waar dit dikwijls niet het geval is. Niettemin om *Alternaria* effectief te behandelen is een vroege diagnose absoluut noodzakelijk. Telers nemen daarom liever geen risico en spuiten bestrijdingsmiddel tegen wat zij denken *A. solani* is. Deze strategie is kostbaar en in toenemende mate minder gewenst vanuit wet- en regelgeving, vaak ook nog eens onzinnig. Een teler zal daarom, om zeker te zijn, een of meerdere samples naar laboratoria als HLB sturen. Daar kost analyse en vaststelling van de oorzaak middels DNA-onderzoek dikwijls een week, mogelijk een kostbare week als gevolg van het tijdverlies.

Vroeger - zeg 20 – 30 jaar geleden - was *A. solani* een minder veelvoorkomend probleem in Nederland. Aan de ene kant heeft dit te maken met de manier waarop pesticide wordt gebruikt. Aan de andere kant bestaat het vermoeden dat klimaatverandering de manier waarop *Alternaria* zich ontwikkelt beïnvloed.

De toename van door *Alternaria* veronderstelde problemen is hoe dan ook duidelijk merkbaar voor het HLB en ze hebben behoefte aan een snelle testmethode om vast te stellen of een bepaalde afwijking is veroorzaakt door de aanwezigheid van *A. solani* of dat er een andere reden is. Het 4D project, de afkorting van Digitale Detectie en Diagnose Dienst, is door het HLB gestart om middels elektronische hulpmiddelen gewasziekten vast te stellen. Het doel van het systeem is om via een geautomatiseerde weg snel en nauwkeurig gewasziekten vast te stellen en de teler te informeren over welke stappen hij moet ondernemen. Het droomscenario van 4D is dan ook als volgt: Een teler signaleert een afwijking, neemt een foto, bijvoorbeeld met zijn mobiele telefoon, en stuurt deze naar de 4D applicatie. Na ongeveer een minuut ontvangt hij een berichtje terug, met informatie over de oorzaak, de waarschijnlijkheid en wat te doen. Bijvoorbeeld: 4D heeft uw melding

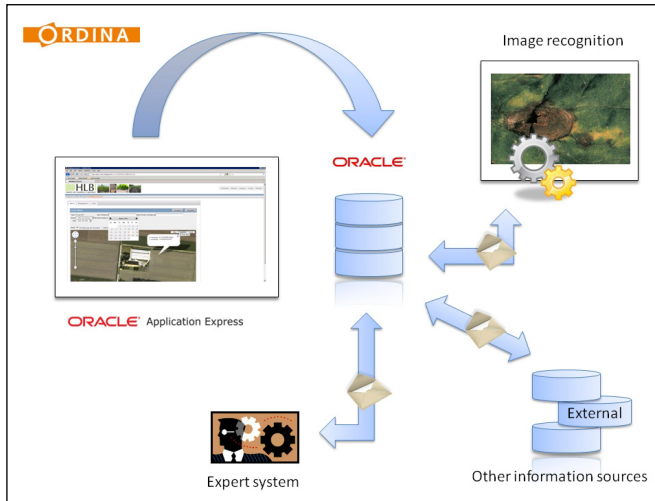
gediagnosticeerd als *Alternaria* met een waarschijnlijkheid van 95%. Gebruik middel X.

Helaas zijn we nog niet zover. Op dit moment testen we de dienst 4D als een zogenaamde half-automaat: Eerst wordt informatie van de teler verzameld, waarna het systeem de melding analyseert via onder andere een beeldherkenningmodule. Deze haalt informatie uit een meegezonden foto en stuurt deze terug naar het 4D systeem. De stap die volgt stuurt één groot informatiepakket aan het expertsysteem dat vervolgens een uitspraak doet over mogelijke oorzaken. Het expertsysteem wordt nog steeds gefinetuned en een diagnose door 4D wordt nog steeds door een menselijke expert van HLB gecontroleerd, alvorens deze wordt verzonden naar een teler.

In de toekomst willen we de service volledig automatiseren. Hier zijn echter meer gegevens voor nodig dan we op dit moment in het systeem verzamelen. Je moet dan denken aan weerkundige informatie, maar ook informatie die op locatie van de teler zelf wordt verzameld. In de toekomst zal ook het expertsysteem mogelijk evolueren van een kennis en regelmanagementsysteem naar een systeem dat is gebaseerd op Bayesian Belief netwerken, zodat ook feiten en observaties als gewogen en conditionele kansen kunnen worden meegenomen in kansfuncties, om uiteindelijk een waarschijnlijkheid toe te kennen aan een bepaalde diagnose.

## De rol van Oracle-technologie

Ordina en zijn technische partners zijn gevraagd om de verschillende componenten, die tezamen 4D vormen, te ontwerpen en bouwen. Ordina heeft hierin een coördinerende rol gespeeld, vanwege haar meerjarige ervaring in precisie landbouw. Ordina heeft de database ontworpen en ingericht, API's ontwikkeld en de workflow bedacht, in feite de kapstok waaraan de overige componenten kunnen worden gehangen. Oracle APEX is gebruikt om de user interface te ontwerpen en



Figuur 4: De componenten van 4D die communiceren middels webservices.

te realiseren. De beeldherkenningsmodule is ontwikkeld door NHL en HLB heeft de nodige expertise aan Rovecom ICT geleverd op basis waarvan een kennis en regelmanagement systeem, ofwel het expert systeem, is ontwikkeld. Alle componenten communiceren middels webservices met de Oracle database, welke ook dienst doet als servicebus. Figuur 4 laat schematisch zien hoe de verschillende componenten onderling communiceren.

Op dit moment is het 4D systeem met de volgende componenten opgezet:

- Oracle-database voor opslag van data en om de workflow te managen;
- Oracle APEX voor front end;
- Een beeldherkennings module;
- Het expertsysteem.

## Oracle-database en APEX

De Oracle-database is gebruikt voor het opslaan en verzamelen van gegevens en het bieden van APEX. Daarnaast is de database gebruikt om de workflow middels een technische status te managen. Achtergrondprocessen roepen de modules via webservices aan.

Ordina heeft in dit project gekozen voor APEX vanwege de RAD-eigenschappen. Dit is een goede keuze gebleken. In het begin van het project bestond er namelijk niet veel meer dan een visie, een stip aan de horizon, waar we naar toe wilden bewegen. Met slechts een ontwerp dat op hoofdlijnen het

systeem beschreef, zijn we met behulp van APEX gaan prototypes om specificaties helder te krijgen. Tijdens dit proces hebben we veel flexibiliteit ervaren, in het bijzonder richting onze klant. Met APEX waren we in staat om een proces georiënteerde applicatie te bouwen, functionaliteit te bespreken en tijdens het bouwproces al regelmatig om feedback te vragen, zonder hier de last te voelen van een zware ontwikkelomgeving. Op deze manier voelde iedereen een sterke betrokkenheid bij het project en kon in een vroeg stadium al herkennen wat onderdeel van het systeem moest worden en wat niet. Dit heeft absoluut geholpen onze visie te vertalen naar een werkende applicatie.

4D is gebouwd op basis van APEX 3.2. Om de gebruikerservaring te verrijken hebben we gebruik gemaakt van jQuery (UI) en AJAX. We hebben destijds gekozen voor het jQuery framework, omdat we wisten dat het onderdeel zou gaan uitmaken van de nieuwe APEX 4 release. Dit zal een toekomstige upgrade van 4D naar een nieuwe APEX versie vergemakkelijken. Tegelijkertijd moesten we in ons achterhoofd houden dat we ons in een prototype fase bevonden en dat we non-out-of-the-box functionaliteit van APEX zoveel mogelijk buiten de deur moesten houden.

Maar om eerlijk te zijn is dit ook een van de geleerde lessen. Om maximaal flexibel te blijven in zo'n proces zou je zoveel mogelijk gebruik moeten maken van standaard APEX componenten. Daarbij moet zoveel mogelijk javascript functionaliteit ofwel vermeden worden, ofwel in js-bestanden op de webserver worden geplaatst. Situaties die je zoveel mogelijk wilt vermijden zijn pagina's waarop je een stukje maatwerk javascript gebruikt, die je mogelijk op meerdere plekken moet onderhouden. Als je dit niet doet, dan neemt de kans dat iets verkeerd gaat toe en wordt je code minder onderhoudbaar. Een goede documentatiemethode is zeer bruikbaar gebleken [1].

Middels Google Maps hebben we een geografische component toegevoegd en dit ging verbazigwakkend eenvoudig,

zeer eenvoudig te integreren en te gebruiken. Ordina heeft de database zo ontworpen dat deze flexibel is en in de toekomst uitgebreid kan worden met sensornetwerken die nu reeds bij sommige boeren aanwezig zijn. Op dit moment is Ordina aan het testen met enkele zeer grote agrarische bedrijven, later ook in combinatie met 4D, die dan mogelijk ook als early warning system kan functioneren.

**Om maximaal flexibel te blijven in zo'n proces zou je zoveel mogelijk gebruik moeten maken van standaard APEX componenten.**

## Beeldherkenning en het expertsysteem

De beeldherkenningsmodule is gebouwd en geconfigureerd door NHL. Zonder in details te treden toch een korte beschrijving van deze module: de computer is geleerd hoe ze bijzonderheden in een bladfoto van een aardappelplant kan herkennen en hoe ze daar informatie uit kan extraheren [5]. De methode omhelst een techniek waarbij eerst iedere pixel van een representatieve foto wordt geanalyseerd. Iedere pixel wordt opgeslagen als een RGB 3-tupel, bijvoorbeeld (0,255,0) (=groen) en de positie wordt onthouden. De foto moet worden opgevat als een verzameling van zulke tupels. De foto wordt doorzocht naar RGB-drempelwaarde, om randen van objecten te bepalen. Vervolgens gegeven we aan in welke objecten we geïnteresseerd zijn en wordt de software geleerd hoe ze specifieke eigenschappen kan herkennen en informatie kan bepalen.

Nadat de software ingesteld is voor bladeren van de aardappelplant hebben we een webservice API gebouwd om de beeldherkenningssoftware als een module voor het 4D systeem te kunnen gebruiken. De module wordt dus vanuit 4D een foto toegestuurd en deze geeft in een XML bericht eigenschappen terug. Dus bijvoorbeeld: het aantal en het formaat van blad lesions, of lesions worden omgeven door een gele gloed, etcetera. Het resultaat van de beeldherkenningsmodule wordt verzameld door de 4D database. In de toekomst zullen externe systemen ook gebruikt worden om de dataset bij een observatie te verrijken. Je moet daarbij denken aan weergegevens, maar ook plaats specifieke gegevens als: concentratie van bepaalde voedingsstoffen, mineralen, temperatuur, vochtigheid, etc. Deze gegevens zullen in de toekomst door de teler's eigen sensor netwerk verzameld worden.

Alle informatie wordt gezonden aan het expertsysteem. Hierin is praktijkervaring en kennis van HLB gemodelleerd in een kennis en regelmanagement systeem, welke op dit moment probeert vast te stellen of de veroorzaker van de afwijking A. solani is. De laatste stap is handmatig en vereist een expert van HLB: het resultaat van het expert systeem controleren en gebruiken om deze te verbeteren en meer precies te maken. Als het resultaat bevredigend is wordt deze teruggezonden naar de teler.

## Conclusie

Dus in de strijd tegen Alternaria: is APEX klaar voor de strijd? Vanuit het perspectief van het 4D project is het

antwoord: absoluut. Sterke punten van APEX zijn de flexibiliteit en het gemak waarmee 3rd party componenten kunnen worden geïntegreerd. Maar ook het gebruik van APEX in een modulaire setting gebruiken levert geen problemen op. Niettemin zijn er lessen waarvan we kunnen leren. Als je APEX gebruikt als prototype tool, dan zul je maximaal profijt hebben van de productiviteitsbooster die APEX sterk maken:

ofwel gebruik standaard APEX componenten. Dit klinkt als een beperking, maar in APEX 4 kun je zelf standaard APEX componenten maken. Oh jawel, dit is een krachtige tool! Met APEX bied de Oracle database een goed en flexibel platform in de wereld van webapplicaties. De RAD eigenschappen van APEX maken het een ideale speler in een Oracle

project waarbij precieze specificaties nog onbekend zijn (is dat niet ieder ICT project?).

Het 4D project en zijn partners zijn zeer gemotiveerd om het systeem verder te verbeteren en uit te bereiden. Oracle en in het bijzonder APEX zullen hierbij een belangrijke rol blijven spelen. De volgende fase van het project zal zich concentreren op het verder automatiseren van het proces en ook andere gewassen en ziekten introduceren. Misschien is in een nabije toekomst jouw aardappel wel afkomstig van een veld 'gered' door 4D!

*Alle afbeeldingen in dit artikel zijn eigendom van Ordina en HLB.*

## Links

- [1] Optimize, 07 sept. 2010, "Inzicht geeft vertrouwen in APEX", Ronald van Dijk;
- [2] "Early blight of potato and tomato." Randall C. Rowe, Sally A. Miller, Richard M. Riedel  
Department of Plant Pathology, Ohio State University;
- [3] Ministerie van Economische Zaken Landbouw en Innovatie: <http://www.evd.nl>
- [4] <http://www.youtube.com/watch?v=h8LBo-XCLMQ>
- [5] <http://www.nhl.nl/computervision>



**Ronald van Dijk** is voorzitter van het Ordina APEX kernteam en van daaruit betrokken bij alle APEX-projecten door Ordina uitgevoerd. Hij is te bereiken via email: [ronald.van.dyk@ordina.nl](mailto:ronald.van.dyk@ordina.nl).