

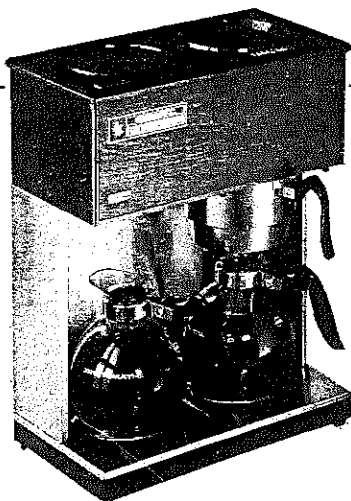


Office Coffee Service,
een dienstverlening waar wij thuis in zijn!
Meer dan 7000 klanten zijn daar
het bewijs van!

Onze succesformule:

Dit toestel volledig kosteloos bij U,
inclusief alle nazicht en onderhoud.
U betaalt enkel de koffie en de
bijproducten!

Wenst U meer inlichtingen of
een apparaat op proef, aarzel dan niet
ons vrijblijvend te contacteren:



M.C.S. N.V. Haachtsesteenweg 101
B-1910 Melsbroek

☎ (02) 751 81 54

**Ik krijg mijn
uittreksels wanneer
ik maar wil.
Gratis.**

U regelt uw geldzaken wanneer u daar
tijd voor hebt. Da's logisch. Maar vaak
valt dat moeilijk te rijmen met de
openingsuren van uw bank. Daarom
zorgen wij ervoor dat de ASLK altijd
beschikbaar blijft. Via de Bancontact-
loketten. En nu ook met TELES,
de automatische uittrekseldrukker,
een ASLK-exclusiviteit. U haalt uw
uittreksels op waar en wanneer u
maar wil. Zo hebt u stevast een dui-
delijk overzicht van uw rekening, bij-
gewerkt tot de verrichtingen uitge-
voerd de avond tevoren.

TELES-UITTREKSELDRUKKER

ASLK
we doen met u mee

EXPERTSYSTEMEN IN HET BEDRIJFSLEVEN

Koen BERTELS

Koen Bertels studeerde toegepaste economische wetenschappen aan UFSIA. Momenteel is hij als onderwijsassistent verbonden aan de TEW-faculteit (UFSIA). Zijn onderzoek richt zich op het ontwikkelen van intelligente onderwijssystemen.

Samenvatting

Expertsystemen staan sinds een paar jaar in de belangstelling. Voor sommigen is het pure science fiction, voor anderen de absolute toekomst. In deze bijdrage wensen we na te gaan wat expertsystemen zijn en hoe we zulke systemen moeten situeren in de globale informatieproblematiek van een bedrijf.

Na een algemene situering van de verschillende informatiebehoeften in een bedrijf, en hoe expertsystemen hun nut kunnen hebben, bespreken we de structuur van zulk een systeem. Vervolgens geven we twee voorbeelden van bestaande systemen, Prospector en Xcon. We ronden af met een korte evaluatie en een checklist voor de geïnteresseerde lezer die wil nagaan of een ES nuttig is voor zijn bedrijf of werkomgeving.

Inleiding

Niemand zal ontkennen dat de personal computer (PC) een volledig aanvaard werkinstrument is, zowel in het bedrijfsleven als elders ⁽¹⁾. De manier waarop men echter op de PC reageert kan sterk variëren. Voor sommigen is het een statussymbool, anderen hopen dat de PC de reddende engel is voor hun overdreven werkbelasting en voor bepaalde personen is de PC een bedreiging van hun job.

Het beeld dat men van de PC heeft, zal de wijze waarop men ermee omgaat sterk beïnvloeden. Dit kan zowel totale afwijzing betekenen als overdreven gebruik, waarbij zelfs de minste taak met de PC zal worden uitgevoerd. In geen van beide gevallen kunnen we spreken van een optimale benutting van de computerapparatuur. Nochtans gaat het om een aanzienlijke investering die de produktiviteit van de gebruiker gevoelig kan verhogen. Uit een recent onderzoek, uitgevoerd door de Peat Marwick Consulting Group en het Norton Research Institute, bleek dat de aanvankelijke investering tot 10 maal kan worden terugverdiend (Peat Marwick..., p. 14). Dit echter op voorwaarde dat de aanschaf van PC's deel uitmaakt van een algemene informatiestrategie, die idealiter uit 4 fasen bestaat.

In een eerste fase vergaren de gebruikers basiskennis die nodig is om vlot met de PC te werken. Het gaat hier om kennis van het besturingsstelsel, van de pakketten als spreadsheets, tekstverwerking en bestandsprogramma's. Dit kan o.a. door zelfstudie maar ook door het volgen van cursussen. Het bedrijf dient dus bijkomend te investeren in opleidingen. Kenmerkend voor deze fase is dat er geen produktiviteitsstijging zal optreden. In vele gevallen zal het gebruik van de PC zelfs contraproductief zijn. Elke beginnende gebruiker zal ervaren dat het werken met zijn rekenmachine bv. sneller is dan het opstellen van een spreadsheet om diezelfde berekeningen te maken.

In een tweede fase zal de PC gebruikt worden voor een specifieke taak zoals het registreren van klant-, personeels- en leveranciersgegevens. Hier mag een rendement van ongeveer 10-20% worden verwacht. We spreken van loutere gegevensverwerking.

Tijdens de derde fase omvat de automatisering de meeste transacties binnen het bedrijf. De PC's worden in netwerk geschakeld, zodat de

meeste informatie toegankelijk wordt voor alle gebruikers. Het rendement kan hier oplopen tot 300%. Typische toepassingen zijn het bijhouden van dossiers op computer, stockbeheer. We spreken hier van de eerste Management Informatie Systemen (MIS), nl. computerprogramma's die de manager helpen in zijn beslissingsproces.

De laatste fase, die echter zelden voorkomt, houdt in dat de PC op alle niveaus is doorgedrongen. Niet alleen bedienden en lager kader gebruiken de computer, ook het midden- en hoger kader maken gebruik van de mogelijkheden van de computer. Ook hier zal gebruik worden gemaakt van MIS aangevuld met beslissingsondersteunende systemen (BOS). Beide soorten systemen kunnen informatie puren uit de centrale databanken van het bedrijf, die dan kan gebruikt worden in het beslissingsproces. Indien de computer op deze wijze gebruikt wordt, kan het rendement van de PC-investering tot 10 keer de initiële investering bedragen.

Niettegenstaande we deze rendementscijfers met de nodige reserve moeten interpreteren, geven ze toch de richting aan waarin het computergebruik moet evolueren. Het gebruik van de computer mag zich niet beperken tot zuivere transactieverwerking. De in het bedrijf aanwezige gegevens zijn een enorme bron van informatie voor het nemen van managementbeslissingen.

De verschillende informatiebehoeften in het bedrijf zijn dan ook het onderwerp van dit artikel. En meer bepaald richten we onze aandacht op een zeer specifieke informatiebehoefte, nl. de nood aan expertise. We gaan na hoe deze behoefte zich verhoudt tot andere informatienoden en hoe de computer ook hier een oplossing kan zijn. Na een korte bespreking van zowel management informatie systemen (MIS) als beslissingsondersteunende systemen (BOS) volgt een uiteenzetting over expert-systemen (ES). Wat zijn ES, wat is de structuur van een ES, welke toepassingen werden reeds ontwikkeld, hoe bepalen we of een ES wel aangewezen is voor de eigen werkomgeving?

(1) Wat hier besproken wordt voor personal computers geldt evenzeer voor andere computersystemen. Dit is een vereenvoudiging van de problematiek, die echter binnen het bestek van dit artikel niet aan bod kan komen.

I. DE VERSCHILLENDE INFORMATIEBEHOEFTE IN HET BEDRIJF

Naargelang van het hiërarchisch niveau in het bedrijf verschilt de informatiebehoefte. Dit heeft natuurlijk zijn weerslag op de wijze waarop gegevens verwerkt en gebruikt worden.

Van transactie naar gegeven

Op het meest elementaire niveau vinden we de loutere gegevensverwerking terug. Deze is gericht op het registreren van de dagelijkse transacties die zich voordoen binnen het bedrijf, zoals het opnemen van bestellingen en het betalen van facturen.

Van gegeven naar gestructureerde informatie

Deze gegevens worden maar een bron van informatie wanneer we ze gestructureerd gaan opvragen en gebruiken. De programma's die deze opvraging en manipulatie van informatie vergemakkelijken noemen we Management Informatie Systemen. Het zijn geformaliseerde informatiesystemen die gegevens uit verschillende bronnen samenbrengen om zo informatie te verschaffen die nodig is voor managementbeslissingen. MIS richten zich in eerste instantie op gestructureerde problemen. Dit zijn vaak voorkomende problemen waarvoor het volstaat dat alle informatie voorhanden is om een beslissing te treffen. De benodigde informatie, die in de vorm van overzichten en rapporten gepresenteerd wordt, is distilleerbaar uit de bestaande databanken. Voorbeelden zijn het op peil houden van de voorraad of het toekennen van krediet aan een klant. Het betreft hier voornamelijk operationele beslissingen met een zuiver uitvoerend karakter.

Van gegeven naar ongestructureerde informatie

Veel beslissingen betreffen echter problemen die geen duidelijke structuur bezitten en waarvoor niet alle informatie voorhanden is. We spreken dan van tactische en strategische beslissingen. Strategische beslissingen dienen om vooropgestelde doelstellingen te realiseren. Stel dat een bedrijf als doelstelling heeft de winst met 50% te verhogen, dan zal men een aantal strategische beslissingen moeten treffen m.b.t. reclamebestedingen, eventuele lancering van een nieuw produkt, afstoten van het minst rendabele produkt, veranderen van het productieproces enz. Hiervoor is informatie nodig. Wat is het effect van een reclamecampagne op de totale verkoop? Wat kost de ontwikkeling en lancering van een nieuw produkt? Hoe kan het productieproces bijgestuurd worden? Eenmaal een aantal beslissingen hieromtrent genomen zijn, bv. het voeren van een reclamecampagne en het bijsturen van het productieproces, dienen tactische beslissingen te worden getroffen om een en ander concreet te

realiseren. Dit betekent onder meer dat een productieplan moet opgesteld worden, de personeelsbehoeften bepaald en de reclamecampagne gebudgetteerd.

Voor zowel de tactische als de strategische beslissingen kunnen MIS worden gebruikt. Nochtans zullen deze te kort schieten in de soort informatie die ze kunnen verstrekken. Beslissingen m.b.t. de toekomst zijn altijd gekenmerkt door onzekerheid omwille van onvolledige informatie. Daarom zijn in dit stadium van het beslissingsproces eerder BOS aangewezen. Het volstaat immers niet om historische kostgegevens te krijgen over vroegere reclamecampagnes indien men een – significant – verband wil leggen tussen de verkoopresultaten en de reclamebestedingen. Tevens wil men een dieper inzicht in de kostenstructuur van het productieproces dan kan blijken uit een zuivere reproductie van de historische gegevens.

Waaruit bestaat een goed BOS?

Vooreerst moet dit systeem een model van het beslissingsproces bezitten. Dit moet de wijze waarop men tot een beslissing komt weerspiegelen. Een veel gebruikt model is de spreadsheet, aangezien twee- of meerdimensionale tabellen een goede voorstellingsvorm zijn voor veel gegevens en problemen.

Voorts moet het BOS de mogelijkheid hebben om What-if analyses uit te voeren. Bijv. wat is de impact van een toename van de verkoop met 10% op de netto-winst? Ook voor dit soort analyses zijn de spreadsheets uitermate geschikt. Als derde belangrijke component moeten er voldoende financiële en wiskundige functies voorzien zijn. We denken hier speciaal aan lineaire regressie en tijdreeksanalyse. Ook de mogelijkheid om gegevens grafisch voor te stellen is onontbeerlijk. Veel informatie wordt immers maar duidelijk bij grafische weergave.

Niettegenstaande de systematisering van het beslissingsproces en een betere doorstroming van informatie heeft een recent onderzoek uitgewezen dat het gebruik van BOS geen significant positief effect heeft op de kwaliteit van de genomen beslissingen (Computable, p. 7). In een doctoraal proefschrift heeft dr. Van Schaik aangetoond dat beslissers die de beschikking hadden over een BOS niet beter presteerden dan de beslissers zonder een BOS. De kwaliteit van de beslissingen nam echter aanzienlijk toe indien de beslissers bij het structureren van de problemen werden geholpen door een strategie ontworpen door een expert⁽²⁾. We

(2) Een expert is een persoon die zich op een unieke wijze relatief complexe kennis heeft toegeëigend en deze kennis kan toepassen in steeds wisselende, vaak tijdskritische situaties.

constateren hier dus de relevantie van expertise voor het inzichtelijk structureren van problemen. De volgende vraag dringt zich dan op: hoe kan de efficiëntie van BOS verhoogd worden? Een mogelijk antwoord op deze vraag is: door het gebruiken van expertsystemen. Dat zijn computerprogramma's waarin de kennis van experts zit opgeslagen en die de gebruiker helpen bij het nemen van beslissingen of eventueel zelf beslissingen nemen.

II. WAT VERSTAAN WE JUIST ONDER EEN EXPERTSYSTEEM?

A. Waarin verschilt een ES van «gewone» software?

Een traditioneel computersysteem organiseert kennis op twee niveaus, nl. data en programma. Een ES gebruikt kennis op drie niveaus: data, kennisbank en controlestructuur⁽³⁾ (Nau, p. 63).

Bij traditionele computerprogramma's hebben we te maken met procedurele, in algoritmen vastlegbare verwerkingen (Forsyth, p. 9). De creatie en updating van een klantenbestand of het berekenen van de verschuldigde belasting zijn voorbeelden van verwerkingen die steeds op dezelfde, vastgelegde wijze verlopen. Zowel de procedure als de controlestructuur liggen vast. Tabel 1 geeft een schematisch overzicht van de belangrijkste verschillen.

<i>gegevensverwerking</i>	<i>kennisverwerking</i>
– voorstelling en gebruik van gegevens	– voorstelling en gebruik van kennis
– algoritmisch	– heuristisch
– repetitief	– inferentieel proces*
– manipulatie van grote databases	– manipulatie van kennisbanken

Bron: Waterman, *A Guide to Expert Systems*, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley, 1986, 1ste ed., p. 24.

* Inferentieel proces: redeneerproces om niet expliciet aanwezige kennis te bekomen.

Wanneer we echter over expertsystemen spreken dan volstaat de monolitische voorstelling van zowel gegevens als procedures niet meer. Tevens

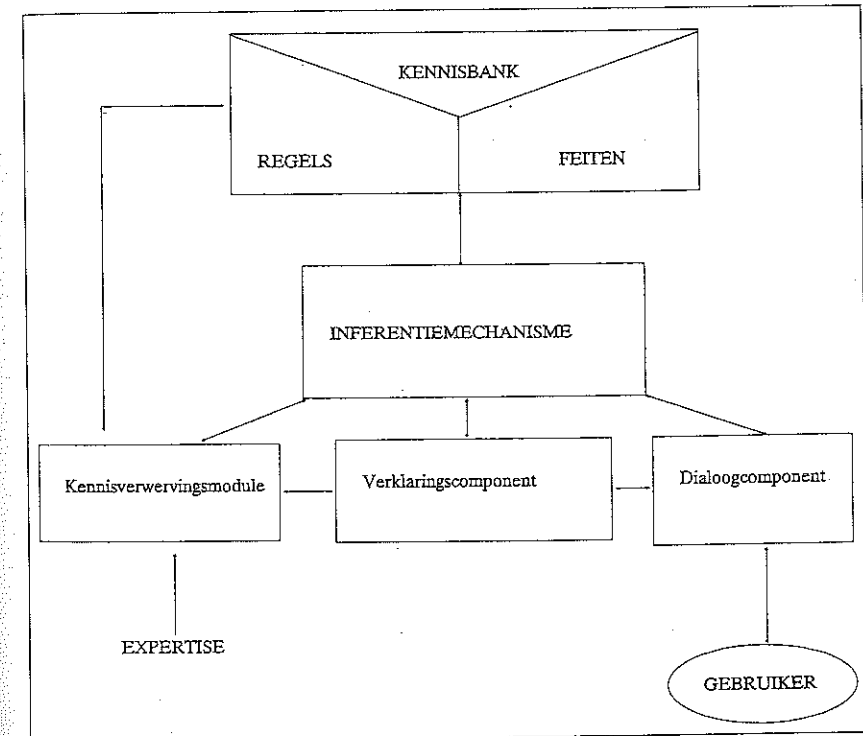
(3) Voor een bespreking van deze begrippen verwijzen we naar de volgende paragraaf.

spreken we bij Artificiële Intelligentie-toepassingen eerder van verwerken van symbolen, inferentiestrategieën en heuristisch zoeken.

B. Structuur van een ES

Een expertstelsysteem bestaat uit vijf grote delen (zie figuur 1). Het eerste deel bestaat uit de kennisbank. De erin voorgestelde en opgeslagen kennis wordt gebruikt door de tweede component, het inferentiemechanisme (Van Belle, p. 1). De voornaamste reden voor deze splitsing was de ervaring met de ontwikkeling van DENDRAL, een expertstelsysteem voor interpretatie van massaspectrografische gegevens. Elke verandering die men wilde aanbrengen aan het programma kostte enorm veel tijd, moeite en geld omdat de speciale kennis volledig geïncorporeerd zat in het

Figuur 1: Structuur van een expertstelsysteem



mechanisme dat die kennis gebruikte en interpreteerde (Brachman e.a., p. 38). Daardoor kwam men op de gedachte om de kennisbank te scheiden van het interpretatiemechanisme (Bonnet, p. 148). De drie resterende componenten zijn de gebruikersinterface, de kennisverwervingsmodule en de verklaringsgenerator (Forsyth, p. 10).

a) Kennisbank

De kwaliteit van een expertsysteem is volledig afhankelijk van de kwaliteit van de erin opgenomen kennis. Bij het ontwikkelen van een expertsysteem zal dan ook de meeste aandacht en tijd moeten gaan naar het ontwerpen en verfijnen van de kennisbank. Inhoudelijk bestaat de kennisbank uit twee delen: feitelijke gegevens en kennisregels. De feitelijke gegevens beschrijven het voor te stellen kennisdomein en zijn meestal relatief onveranderbaar (Symonds, p. 135; Forsyth, p. 11). Voorbeelden kunnen zijn: Jan heeft blauwe ogen, de kerktoeren is 25 meter hoog, de netto-winst van vorig boekjaar bedroeg 3.500.000 fr., Peter werkt voor Ingrid.

Het is echter niet haalbaar om alle feiten en relaties tussen die feiten voor te stellen. Dat zou tot onhandelbaar grote kennisbanken leiden. Daarom maken we gebruik van kennisregels of heuristieken die toelaten om op basis van de feitelijke gegevens bepaalde conclusies te trekken. De meest voorkomende vorm van een heuristiek is een produktieregel: ALS voorwaarde DAN actie of toestand.

Bv. De heer Aerts werkt voor bedrijf X (feit 1)

Bedrijf X is gevestigd in plaats Olen (feit 2)

regel 1: ALS een persoon A voor een bedrijf X werkt

EN dat bedrijf X is gevestigd in plaats Y

DAN werkt persoon A in plaats Y.

Conclusie: De heer Aerts werkt in Olen.

Niettegenstaande dit feitelijke gegeven niet expliciet is voorgesteld in de kennisbank, kan het expertsysteem op basis van kennisregel 1 te weten komen waar de heer Aerts werkt.

b) Het inferentiemechanisme

Onder inferentiemechanisme verstaan we het mechanisme dat op een bepaalde wijze de kennisregels overloopt en gebruikt (Boullart, p. 77). Dit mechanisme noemen we ook een *rule interpreter* (Fischler & Firschein, p. 192). Het is een onontbeerlijk onderdeel in het expertsysteem. We kunnen immers, zoals hierboven reeds aangehaald, niet voor elke mogelijke gebeurtenis feiten en beschrijvingen voorzien in de kennisbank.

Om toch tot een algemene toepasbaarheid van het systeem te komen, zorgt men ervoor dat de computer de regels kan interpreteren en toepassen op nieuwe probleemgebieden⁽⁴⁾.

De twee meest gebruikte technieken om regels op nieuwe situaties te kunnen toepassen zijn *forward* en *backward chaining*⁽⁵⁾.

Forward chaining

In elke regel onderscheiden we twee verschillende delen: het ALS of situatiegedeelte en het DAN of hypothese-gedeelte (Fischler & Firschein, p. 191). Hierbij zal het systeem eerst op zoek gaan naar premissen (als die overeenkomen met de beschikbare informatie. Indien aan deze premissen voldaan is, mag besloten worden dat de conclusies waar zijn. Op deze wijze beperken we het aantal mogelijke conclusies. De nieuwe informatie die we bekomen doordat bepaalde conclusies als waar beschouwd worden, kunnen we gebruiken als nieuwe premisse. Het proces herhaalt zich tot het systeem convergeert of eventueel vastloopt. Wanneer er veel verschillende conclusies of hypothesen mogelijk zijn en verhoudingsgewijs weinig input gevraagd wordt, is *forward chaining* een efficiënte zoekmethode.

Backward chaining

Indien *forward chaining* niet een bepaalde oplossing bereikt, of indien we te maken hebben met een grote input en een relatief kleine output, is het interessanter om de *backward chaining* zoekmethode te hanteren. Zoals de naam reeds laat vermoeden, hebben we hier te maken met het tegenovergestelde van *forward chaining*.

Het uitgangspunt is een bepaalde hypothese of doel dat dient gerealiseerd te worden. Dat kan maar indien aan een aantal premissen is voldaan. Als informatie ontbreekt om tot een conclusie te komen, wordt die ontbrekende informatie als subdoel gehanteerd en zal getracht worden dat subdoel te realiseren. Dit recursieve proces gaat voort tot de hypothese waar of onwaar wordt bevonden. Bij het onjuist blijken van de hypothese zal een nieuwe hypothese als doel genomen worden (Townsend, p. 139).

(4) Niet alleen onvolledigheid noopt tot het gebruik van regels, ook onzekerheid kan enkel maar op die wijze behandeld worden (Forsyth, p. 12).

(5) Synoniemen zijn respectievelijk data-driven en goal-driven (Fischler & Firschein, p. 192-193).

c) Dialoogcomponent

Het is van vitaal belang dat het systeem op een gebruiksvriendelijke wijze kan dialogeren met de eindgebruiker (Steels, p. 10). De communicatie dient bij voorkeur te geschieden in natuurlijke taal, waardoor de in het systeem opgenomen kennis toegankelijk wordt voor de eindgebruiker (Vandamme, p. 1.21). Vooral nog is dit laatste echter te hoog gegrepen. De verwerking van natuurlijke taal heeft nog niet deze graad van praktische bruikbaarheid bereikt. Daarom maakt men gebruik van een subset van de natuurlijke taal, met een beperkte syntaxis en woordenschat (Benchimol e.a., p. 103).

d) Verklaringscomponent

Sommige auteurs beschouwen de verklaringscomponent als de meest karakteristieke eigenschap van expertsystemen (Hagamen & Gardy, p. 207). Zonder evenwel zo ver te gaan mogen we het belang ervan niet onderschatten. De mogelijkheid om de gevolgde redenering te expliciteren en uit te leggen is zeer belangrijk voor de aanvaarding en het intensief gebruik van het expertstelsel. Telkens wanneer de gebruiker niet begrijpt waarom het systeem een bepaalde vraag stelt of tot een conclusie komt, moet uitleg over het waarom en het hoe beschikbaar zijn (Jackson, p. 14).

e) Kennisverwervingsmodule

Deze module stelt zowel de *knowledge engineer* ⁽⁶⁾ als de eindgebruiker in staat de kennis van het systeem aan te passen en actueel te houden. Indien deze module zou ontbreken, kan een aanpassing enkel doorgevoerd worden door de ontwerper van het systeem, waardoor het systeem minder flexibel kan ingezet worden in verwante probleemgebieden of in een veranderende omgeving (Benchimol e.a., p. 103).

(6) De *knowledge engineer* is de ontwerper van het systeem. Hij is verantwoordelijk voor het verzamelen van de kennis en de implementatie ervan in een expertstelsel.

III. BESPREKING VAN TWEE BESTAANDE SYSTEMEN

Er zijn nog weinig of geen ES die op een hoog managementniveau kunnen worden ingezet. R.J. Mockler beschrijft in zijn onlangs verschenen boek een aantal prototypes (Mockler, p. 160 e.v.). Deze systemen zijn niet geïmplementeerd in de praktijk en er zijn dan ook geen gegevens beschikbaar over hoe ze presteren. Daarom verkiezen we onze bespreking te beperken tot twee klassieke systemen die van grote betekenis zijn geweest voor de evolutie van expertsystemen.

A. Prospector

Prospector is een van de eerste expertsystemen die ontwikkeld werden. Het werd ontwikkeld door het Stanford Research Institute en assisteert geologen bij het interpreteren van geologische data. Prospector wordt niet in de praktijk gebruikt omdat de erin voorgestelde kennis slechts een klein deel is van het totale kennisdomein, waardoor het maar zeer beperkt bruikbaar is. Nochtans geldt Prospector als een voorbeeld voor andere systemen.

Structurele kenmerken

De ontwikkeling van Prospector nam zo'n 30 manjaar in beslag en bevat de expertise van ongeveer 9 experts die hebben meegewerkt aan de ontwikkeling. De voornaamste kennisstructuur is de produktieregel. De relaties tussen de verschillende regels en feiten zijn voorgesteld in een semantisch netwerk ⁽⁷⁾. In totaal bevat de kennisbank ongeveer 1000 regels en meer dan 1000 geologische begrippen.

Hoe werkt Prospector?

De interactie met de gebruiker geschiedt langs een beperkte natuurlijke taalinterface. De gebruiker kan dus op ongeveer dezelfde wijze communiceren met het systeem als met een menselijke expert. In functie van de beschikbare gegevens kiest Prospector een hypothese m.b.t. de vindplaats van mineralen en stelt daarna vragen aan de gebruiker om die hypothese te kunnen bevestigen of verwerpen.

Indien de gebruiker de vragen niet begrijpt kan Prospector ze herformuleren en tevens verklaren waarom die bepaalde informatie nodig is.

(7) In een semantisch netwerk staan verschillende concepten en hun onderlinge relaties voorgesteld.

Bv. Socrates is - een
 ↔ mens

Indien Prospector bepaalde inconsistenties ontdekt in de antwoorden van de gebruiker, zal het trachten deze te elimineren door bijkomende vragen te stellen of door de gebruiker nieuwe antwoorden te laten inbrengen. Tot slot presenteert Prospector de eindconclusie samen met de voornaamste redenen ter verantwoording van de beslissing.

Hoe presteerde Prospector in de praktijk?

Elk expertsysteem moet zijn bruikbaarheid tonen in de praktijk. Ook bij Prospector bestond de voornaamste testprocedure erin dat het rapporteren over bestaande vindplaatsen van mineralen diende te interpreteren. Prospector interpreteerde zeer accuraat de verschillende gegevens en nam telkens de juiste beslissing. De ontwerpers wilden echter nog een stap verder gaan in hun validering. Het zou nog overtuigender zijn indien Prospector een totaal nieuwe vindplaats zou kunnen aanwijzen. Ze kozen daarvoor een gebied nabij Mount Tolman, ten oosten van Washington. Prospector analyseerde de geologische gegevens en voorspelde de aanwezigheid van molybdeen op een welbepaalde plaats. Na het boren op die plaats vond men inderdaad dat metaal.

B. Xcon: configureren van VAX-computersystemen

In tegenstelling met Prospector wordt Xcon intensief gebruikt in de praktijk. Xcon configureert VAX-systemen van Digital Equipment Corporation (DEC). DEC verkoopt immers geen standaardssystemen maar stemt de configuratie volledig af op de noden en wensen van de klant. DEC had reeds verschillende malen geprobeerd conventionele programma's te bouwen die zouden helpen in het configureren van VAX-systemen. Dit lukte echter niet omdat de kennis zeer snel veranderde. Daarom contacteerde DEC John McDermott van Carnegie-Mellon University om een kennissysteem te bouwen.

Doel van Xcon

De voornaamste taak van Xcon is het configureren van VAX-computersystemen. Er zijn honderden verschillende componenten aan zulk een systeem en het bepalen van een optimale configuratie is dan ook zeer belangrijk. Xcon configureert op een zeer laag niveau – gedetailleerder dan de menselijke experts – want het beschrijft niet alleen de ruimtelijke en logische relaties tussen de verschillende componenten maar bepaalt bv. tevens de kabellengte tussen de verschillende onderdelen. Waar een menselijk expert al gauw 20 minuten nodig heeft, bepaalt Xcon een volledige configuratie in minder dan 1 minuut.

Ontwikkelingsproces

McDermott wenste als vertrekbasis een computersysteem waarvoor de configuratievoorwaarden ondubbelzinnig waren. Het VAX-11/780 systeem beantwoordde volledig aan dit criterium. Het is immers zeer belangrijk een niet te complex beginvoorbeeld te gebruiken waarrond een prototype kan worden gebouwd. De ontwikkeling van dit prototype nam zo'n 3 maanden in beslag en werd al zeer snel in de praktijk gebruikt en getest. Xcon stelde voor testgevallen een configuratie samen die dan werd beoordeeld door verscheidene experts. Uit deze beoordelingen konden fouten of onvolledigheden in de kennisbank opgespoord worden. Waar de kennisbank van het prototype initieel ongeveer 250 produktieregels bevatte, werd deze door validering in de praktijk uitgebreid tot 750.

Deze incrementele ontwikkeling is kenmerkend voor kennissystemen. Het toevoegen, schrappen of wijzigen van kennisregels verloopt zeer eenvoudig en vraagt geen drastische herwerking van het volledige systeem. Op ongeveer 2 jaar tijd kwam men tot een operationeel systeem. Xcon configureert momenteel alle VAX-systemen van DEC. En DEC schat dat het inzetten van Xcon hen reeds zo'n 25 miljard dollar heeft bespaard.

Hoe presteert Xcon in de praktijk?

In 90 tot 95% van de gevallen presteerde Xcon zeer goed. De kennis m.b.t. de verschillende configuraties is echter nooit volledig en daarom blijft het mogelijk dat Xcon zich vergist. Dit is een gebrek eigen aan intelligente systemen. Van procedurele programma's verwachten we dat ze steeds de juiste output genereren. Indien dit niet het geval is bevat de software een fout. Essentieel voor intelligente systemen is dat we ze het recht geven zich te vergissen.

IV. BESLUIT: IS EEN EXPERTSYSTEEM WEL WENSELIJK VOOR MIJN BEDRIJF?

Niettegenstaande het feit dat expertsystemen nog in hun kinderschoenen staan, is het duidelijk dat ze een enorme toekomst voor zich hebben. Het is aan de verantwoordelijken om te bepalen of ze nu reeds anticiperen op deze evolutie dan wel dat ze binnen een paar jaar een grote achterstand moeten zien te overbruggen. Zogenaamde ontwikkelingsomgevingen voor expertsystemen zorgen ervoor dat de kost en tijd van ontwikkelen aanzienlijk gereduceerd worden. Ook op de soort toepassing staat zo

goed als geen enkele beperking. In de bedrijfssfeer zijn reeds expertsystemen ontwikkeld voor investeringsplanning, marketing, het toekennen van leningen, auditing. Niet alleen kunnen deze expertsystemen de manager helpen in zijn beslissingen, tevens zorgt de ontwikkeling van ES ervoor dat de manager-expert zijn (haar) kennis moet op punt stellen, scherp formuleren en eventueel zelfs uitbreiden.

Twee hindernissen staan voorlopig een snelle verspreiding van ES in de weg. Ten eerste is er het privaat eigendoms karakter van deze AI-toepassingen. Grote bedrijven hebben reeds aanzienlijk geïnvesteerd in de ontwikkeling van ES, maar de resultaten zijn niet beschikbaar voor een ruim publiek. De tweede hindernis is van technische aard. Vooreerst zitten de PC's (onder MS-DOS) nog altijd gebonden aan de 640 KB intern geheugen wat onvoldoende is voor praktisch bruikbare systemen. En het is ook maar recent dat de 80386-systemen min of meer betaalbaar zijn geworden. Nochtans is deze rekenkracht nodig, gezien het complexe denkproces dat binnen redelijke tijd moet plaatsvinden.

Tot slot geven we nog een overzicht van de belangrijkste stappen in het beslissingsproces dat eventueel moet leiden tot de ontwikkeling van een ES.

1) Expertsysteem of geen expertsysteem?

Indien op het merendeel van de vragen positief kan worden geantwoord, dan mag men ervan uitgaan dat een expertsysteem een oplossing kan zijn (Mockler, p. 36-37).

- * Is die expertise op verscheidene plaatsen in het bedrijf nodig?
- * Is de expertise schaars?
- * Moet de expert vaak in moeilijke omstandigheden werken? We denken hier bv. aan kerncentrales.
- * Kan het gewenste niveau van expertise niet bereikt worden door training en permanente opleiding?

2) Wat moet u doen wanneer u denkt dat een expertsysteem een oplossing kan zijn voor bepaalde problemen? (Reitman, p. 326)

- * Voldoende lectuur doornemen over Artificiële Intelligentie en expertsystemen om een goed beeld te krijgen van wat kan en vooral van wat niet kan ⁽⁸⁾.

(8) Goede inleidende werken zijn:
Aleksander, Burnett, *Thinking Machines*, Oxford, Oxford University Press, 1987, 208 blz.
Bonnet, Alain, o.c., 221 blz.
Jackson, Peter, o.c., 294 blz.

- * Seminaries volgen over AI waarbij u meer ervaring krijgt met bestaande systemen en hoe deze in de praktijk worden gebruikt.
- * Contact opnemen met een onafhankelijk adviesbureau. Laat u voorlichten over de mogelijkheden binnen uw bedrijf. Vraag een eerste raming van de ontwikkelingskosten en mogelijke opbrengsten.
- * Contacteer een (AI) softwarebureau dat goed vertrouwd is met de toepassingen binnen uw bedrijf. Ga de referenties en de tevredenheid na van hun klanten.
- * Neem geen beslissing op basis van een gepolijste demonstratie die geen uitstaans heeft met de complexiteit van de reële problemen die zich voordoen in het bedrijfsleven.
- * U kan het zelf ontwikkelen van een dergelijk systeem overwegen indien u beschikt over een ervaren informatica-afdeling en ruime budgetten. Zoek samenwerkingsverbanden met andere bedrijven, of met de universiteit.

3) Welke problemen mag u verwachten?

- * De expert kan zich moeilijk vrijmaken voor de noodzakelijke bijeenkomsten met de *knowledge engineer*.
- * De expert is niet gemotiveerd omdat hij het nut van een dergelijk systeem niet ziet of ervaart het zelfs als een bedreiging van zijn positie.
- * De expert kan zijn kennis niet of moeilijk verwoorden.
- * Het kennisdomein is te groot of te complex om voorgesteld te worden in een praktisch bruikbaar systeem.
- * De experts zijn het niet eens over een bepaald oplossingsproces.
- * Er zijn geen typische situaties denkbaar waarrond men een prototype kan bouwen.

4) Gebruiken we een tool of een taal?

Een tool is een programmeeromgeving waarin een aantal standaardroutines zijn opgenomen. Meestal zal het volstaan om enkel de kennis toe te voegen om een werkend systeem te bekomen. Momenteel zijn er heel wat van zulke tools op de markt. De grote beperking van de meeste tools is echter dat ze enerzijds slechts één kennisvoorstellingswijze ondersteunen (meestal produktieregels) en anderzijds te beperkt zijn zodat enkel maar prototypes kunnen worden ontwikkeld. Tools die meer kennisvormen ondersteunen – dit zijn de hybride tools – zijn dan weer zeer duur: de prijs varieert van 250.000 Bfr. tot 1.500.000 Bfr. Reken daarbij nog minstens een 386-PC met zo'n 10-12 MB intern geheugen en een harde schijf van 60-120 MB, dan schommelt de initiële investering al gauw tussen 1 en 2,5 miljoen.

Om de problemen met die tools te vermijden kunt u overwegen een echte programmeertaal te gebruiken. Waar u in principe met bijna eender welke taal een expertsysteem kan bouwen, zijn talen als Lisp en Prolog er uitermate voor geschikt. Deze talen bieden de mogelijkheid om de nodige, complexe gegevensstructuren te bouwen en zijn gericht op het verwerken van symbolen eerder dan getallen of andere gegevens ⁽⁹⁾.

Bibliografie

BENCHIMOL, LEVINE, POMEROL, *Developing Expert Systems for Business*, Londen, North Oxford Academic Press, 1987.

BONNET, Alain, *Artificial Intelligence*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall International, 1985.

BOULLART, «Inleiding tot de Artificiële Intelligentie en Expert Systemen», *Het Ingenieursblad*, 56ste jg., nr. 2, 1987.

BRACHMAN, e.a., «What Are Expert Systems?», in: HAYES-ROTH WATERMAN, LENAT, eds., *Building Expert Systems*, Reading, Massachusetts / Londen / Amsterdam, Addison-Wesley Publishing Cy, 1983.

Computable, Door gebruik BOS geen betere beslissingen, Amsterdam, VNU Business Publications, 6 januari 1988, 22ste jg., week 1.

FISCHLER, FIRSCHEIN, *Intelligence: the eye, the brain and the computer*, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley, 1987.

FORSYTH, «The architecture of Expert Systems», in: FORSYTH, ed., *Expert Systems*, Londen / New York, Chapman and Hall, 1984.

HAGAMEN, GARDY, «The numeric representation of knowledge and logic – two artificial intelligence applications in medical education», *IBM Systems Journal*, vol. 25, nr. 2, 1986.

JACKSON, Peter, *Expert Systemen*, Reading, Massachusetts / Amsterdam, Addison-Wesley Publishing Cy.

MOCKLER, *Knowledge-based systems for management decisions*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall International, 1989.

NAU, «Expert Computer Systems», *Computer IEEE*, vol. 16, 1983.

(9) We wijzen op het bestaan van object-georiënteerde talen die sinds een paar jaar op de markt zijn. De bekendste is misschien wel Smalltalk. Een bespreking ervan valt echter buiten het bestek van dit artikel.

Peat Marwick McLintock, Nolan Norton & Co, *Effective Management of End User Computing, Research Programme 1988*, Londen, 1988.

REITMAN, in: REITMAN, ed., *Artificial Intelligence Applications for Business*, Norwood, Ablex Publ. Cy., 1985, 2de ed.

STEELS, *Programmeren in Lisp*, Schoonhoven, Academic Service, 1986.

SYMONDS, «Introduction to IBM's knowledge-systems products», *IBM Systems Journal*, vol. 25, nr. 2, 1986.

TOWNSEND, C., *Mastering Expert Systems with Turbo Prolog*, Indianapolis, Howard W. Sams & Co, 1986.

VAN BELLE, *Introduction to AI and Expert Systems*, BIRA, Antwerpen, 1987.

VANDAMME, e.a., *A Primer on Expert Systems*, Gent, Communication and Cognition, De Sikkel, 1985.