

juli/aug. 1986 nr. 7/8
f 8,95

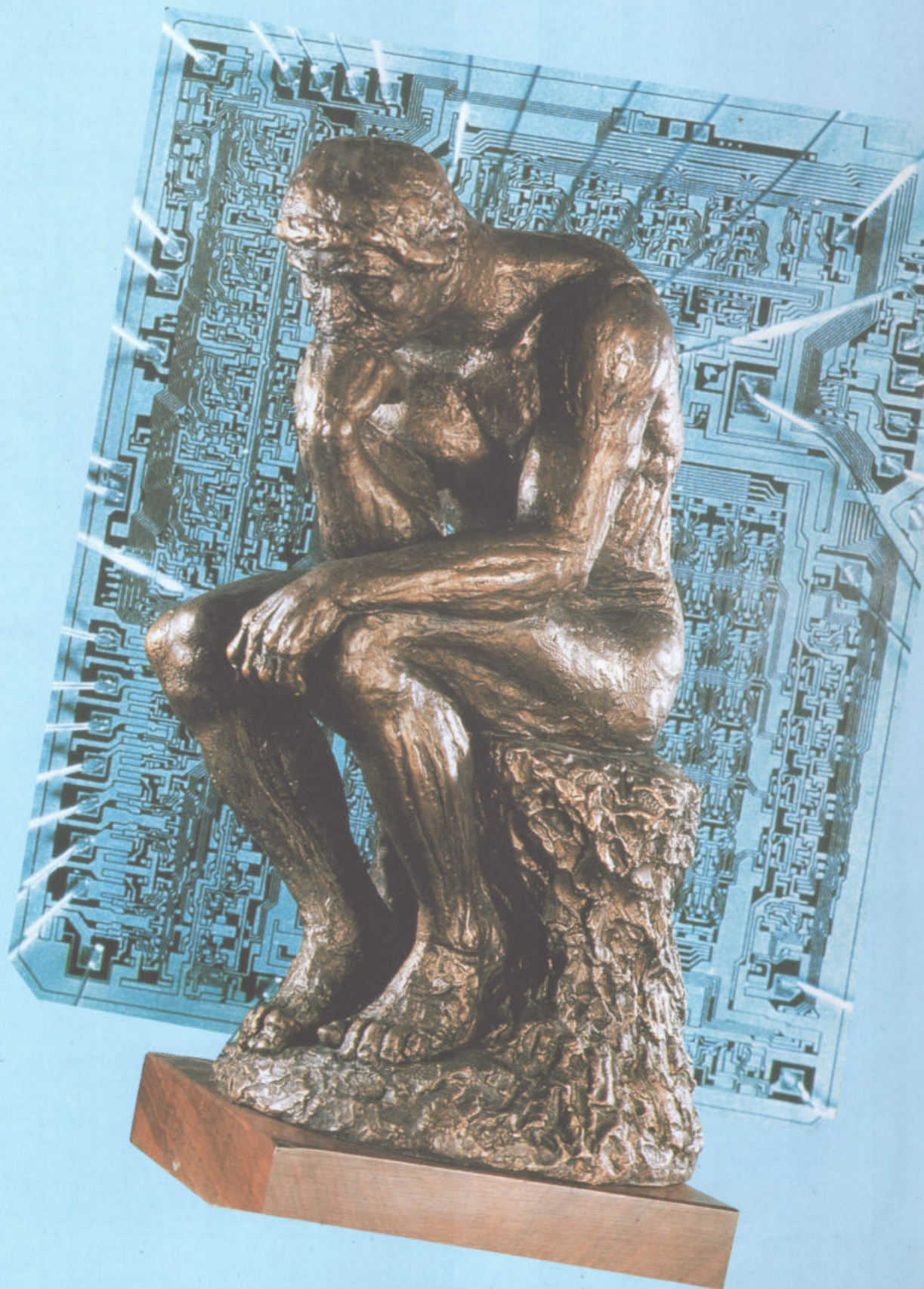
maandblad
over
computer-
techniek

Met een keuze uit BYTE

databus

Zoeken met verminkte informatie

Thema: expertsystemen



MSA software verover't ondernemend Nederland



Ieder mens is uniek, dus ook de organisatie waarin zij werken. Dat daarom ook software-programma's uniek moeten zijn, was tot voor kort nog een veel voorkomend misverstand. In tijd en geld wordt dit vaak duur betaald. Steeds meer organisaties, ook in Nederland, ontdekken dat. Daarom ontwikkelt en onderhoudt MSA met succes "up-to-date" applicatie-pakketten voor mainframe computers. MSA is op haar gebied al jaren toonaangevend, en bovendien een krachtige onderneming met 2.000 medewerkers en een zeer breed en geavanceerd programma van applicatie-pakketten, waarvan er reeds 13.000 in gebruik zijn.

MSA loopt voorop in R & D. Haar "Information Expert*", de meest gebruikte 4e generatietaal ter wereld, communiceert met alle systemen (ook niet-MSA systemen) voor o.a. snelle en duidelijke management informatie. Aan R & D wordt jaarlijks ruim 100 miljoen gulden besteed.

MSA houdt rekening met de eisen van morgen, wil haar voorsprong behouden en de hoogste kwaliteit blijven leveren. Ook in Nederland is MSA duidelijk marktleider en zijn er reeds 160 MSA applicatie-pakketten in gebruik. Het snel installeren, implementeren en de simpele bediening van MSA applicatie-software moeten voor veel meer organisaties in Nederland mede aanleiding zijn ons uit te nodigen voor een vrijblijvend gesprek op het hoogste niveau.

MSA levert o.a. pakketten voor de volgende beheersfuncties: financieel, voorraad, personeel, productie, logistiek, distributie, budgettering, vaste activa, projectkosten, orderverwerking, inkooporders, vreemde valuta en micro-mainframe integratie. Dit alles draaiend onder "Information Expert**".

Havenweg 24
4131 NM Vianen
Tel. 03473-74424
Telex 47868

MSA

MSA Software: the solution for today and tomorrow

The Software Company

*"Information Expert**" is een gedeponeerd handelsmerk van Management Science America.

databus

maandblad voor computertechniek

Uitgever van:
Kluwer Technische Tijdschriften BV,
Postbus 23, 7400 GA Deventer.
Telefoon: 05700-91911, telex: 49540.

Uitgever:
H.N.J. Jansen.

Bladmanager:
H. ten Bosch (05700-91487).

Redactie:
eindredactie: E. Th. van Gelder (05700-91694/91374).
centrale redactie KTT: J.E. Boswijk.
redactie-assistent: B.M. Kaauw (05700-91374).

Medewerkers:
R. Bakker, N. Fokma, E. Fuchs, ir. F.H.J.F. Janssen,
drs. W.D.M. Janssen, M. Jungerling, ing.
R.A. Keijzer, H. Leydens, J.C. Meijer, R. van der
Zwan.

Layout:
R & W. Deventer.
omslagontwerp: Birza design, Deventer.

Correspondenten:
Atlantic News Association (VS), dr. W. Baier (BRD),
H. Dennert (Japan), J. Gee (Frankrijk), Basil Lane
(GB), S. Libes (VS), M. Verstrepen (België).

Advertenties:
05700-91493 (H. Roelfsema).
Betalingen: 05700-91484.
Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig
onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd ter Griffie van de
Arrondissementsrechtbanken en de Kamers van Koophandel.

Druk:
Koggeschip Offset bv, Amsterdam.

Verantwoordelijk uitgever voor België:
H.N.J. Jansen, p.a. Van Puttel 33, 2018 Antwerpen.

Abonnementen en losse nummers:
Databus verschijnt elf maal per jaar. Een abonnement loopt van
januari tot en met december en kan op elk gewenst moment
ingaan. Nieuwe abonnees ontvangen een
storings-acceptgirokaart. Studentenkorting: 40%,
meelteskorting (meerdere abonnementen op één
factuuradres): 50%.
Jaarabonnement: f 94,75 (incl. BTW) Nederland,
BF 1785 België.
Buitenland op aanvraag.
Losse nummers: f 8,95 (incl. BTW) Nederland,
BF 170 België.

Opzeggingen abonnementen:
Beëindiging van het abonnement kan uitsluitend schriftelijk
geschieden, uiterlijk 2 maanden voor het einde van het
kalenderjaar, nadien vindt automatisch verlenging plaats.

Telefoonnummers:
Losse nummers en opgave abonnementen: 05700-91488.
Adreswijzigingen en betalingen: 05700-91481.
Voor België: Van Puttel 33, 2018 Antwerpen 03-2387986.

Auteursrecht:
De in Databus opgenomen schema's, programma's en
bouwbeschrijvingen zijn uitsluitend bestemd voor huishoudelijk
en experimenteel gebruik (octrooiwet).

"Het auteursrecht t.a.v. de redactionele inhoud van dit tijdschrift
wordt voorbehouden.
Ongeautoriseerde vervaardiging en/of openbaarmaking van
het geheel of gedeelten daarvan op welke wijze dan ook is
verboden."
©1986: KTT BV, Deventer.

"Het verlenen van toestemming tot publicatie in dit tijdschrift
houdt in dat de auteur de uitgever, met uitsluiting van ieder
ander, onherroepelijk machtigt de bij of krachtens de Auteurswet
door derden verschuldigde vergoeding voor kopiëren te innen of
daartoe in en buiten rechte op te treden en dat de auteur er mee
instemt dat de uitgever deze volmacht overdraagt aan de door de
auteurs- en uitgeversvertegenwoordigers bestuurd Stichting
Reprorecht, tot welke overdracht de uitgever zich zijnerzijds
verbindt en dat deze Stichting aan de te innen gelden een in
overeenstemming met haar statuten en reglementen bepaalde
bestemming geeft."

"Articles translated and reprinted in this issue from BYTE
(U.S.A.) are Copyrighted (c) 1986 by McGraw-Hill, Inc. All rights
reserved in English and Dutch. Published from Byte with the
permission of McGraw-Hill, Inc., 1221 Avenue of the Americas,
New York, New York 10020, U.S.A. Reproduction in any
manner, in any language, in whole or in part without prior written
permission of McGraw-Hill, Inc. is expressly prohibited."



ISSN 0167-1340
lid NOTU, Nederlandse Organisatie
van Tijdschrift-Uitgevers
lid FPPB, Federatie van de
Periodieke Pers van België

Bij de voorpagina:
Deze Databus is een themanummer
over expertsystemen. Een zevental ar-
tikelen gaat onder meer in op de struc-
tuur ervan, manieren waarop de kennis-
bank kan worden gevuld en diverse toe-
passingsmogelijkheden. De afbeelding
op de voorpagina past uitstekend bij de
doelstelling van expertsystemen: het
onderbrengen in een computer van een
systeem dat kennis bevat en dat met die
kennis kan redeneren.
(foto: Integrated Computer Systems /
ANA)



Intro

Hooggeleerde hardware

Een verkenning van de Nederlandse activiteiten op het gebied van expertsystemen.

Kennis en tijd

Een half expertsysteem is beter dan een lege shell: het ontstaan van een expertsysteem en de ermee samenhangende problematiek.

Het verschijnsel expertsysteem

Dit artikel beschrijft de algemene opbouw en werking van kennissystemen.

Software-ontwikkeling met kunstmatige intelligentie

Kunstmatige intelligentie kan programmeurs assisteren.

Produktoverzicht expertsystemen

Een aantal shells en ontwikkelomgevingen verzameld.

MEDES

Het Academisch Ziekenhuis Groningen en de TH Delft ontwikkelen een medisch expertsysteem.

Bouw een eigen expertsysteem

Uitleg en listing van een complete mini-shell in Prolog.

En verder:

Actueel

7

Agenda

17

Boekbespreking:

Lisp, the language

of artificial intelligence

47

Een supercomputer

gebaseerd op micro's

60

Boekbespreking: Inleiding

besturingssystemen

71

Zoeken met

verminkte informatie

74

Picojournaal

84

Boekbespreking:

Electronic Mail

and Message Handling

87

Boekbespreking:

Techniques of Interactive

Computer Graphics

87

Microjournaal

88

Nabestellingen

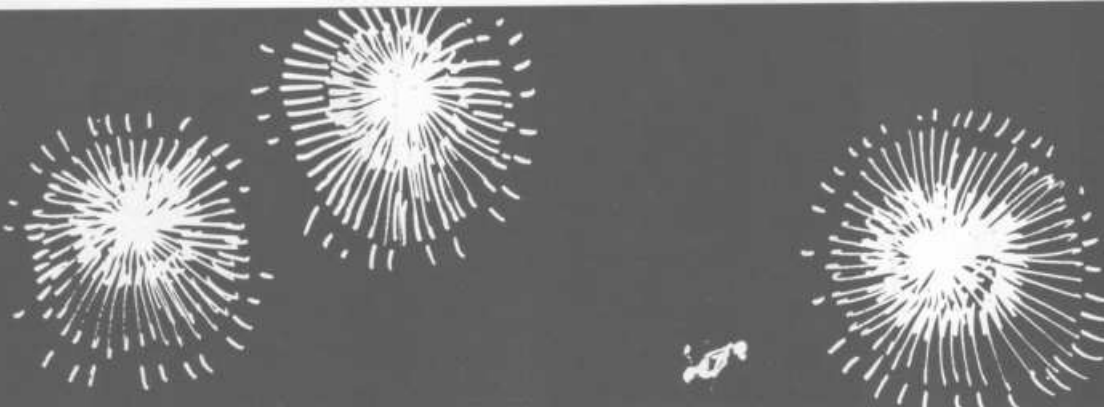
90

Adverteerdersindex

90

Databus volgende maand 90

Databus is ook op Viditel te vin-
den. Elke maand kunt u op pagi-
na 2300512 onder meer informa-
tie vinden over de artikelen die in
de verschenen Databus staan.
Bovendien zal in de tweede helft
van elke maand ook de inhouds-
opgave van het volgende num-
mer zijn opgenomen.



DRIE HIGH-LIGHTS VAN ZAX



1 Quick-E UV wisser, dat is wissen in een flits

De Quick-E eraser wist Eproms in de supersnelle tijd van 2-10 sec. Dit dank zij de gepulseerde XENON flitsbuis en quartz filters. Dit handzame apparaatje plaatst u over de Eprom. Afhankelijk van het type drukt u twee tot zes keer op de wisknop en u heeft een lege Eprom.

2 ICD Emulators van ZAX bieden u zoveel meer

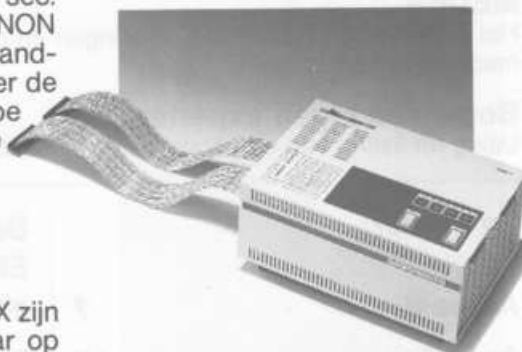
De incircuit emulators van ZAX zijn standalone units, aansluitbaar op een terminal en/of computer. Middels de RS232 verbinding kan data vanuit de computer geladen worden. Het data-formaat is hierbij afhankelijk van het type microprocessor (bijv. Intel hex voor 'n 8085). Er zijn 22 commando's beschikbaar voor onder andere:

- In line assembly en disassembly met labels
- Hardware en software breakpoints

- Trace buffer met multiple traces
- Volledige memory mapping over het hele adresbereik.

De microprocessors die worden ondersteund zijn:

Zilog Z80, Z80A, Z80B, Z80H.
Intel 8085A, 8085A-1, 8085A-2.
8048, 8049 met ingebouwde prom-programmer voor 8748/8749.
8088, 8086 met emulatie van 8087 coprocessor 80188, 80186 met emulatie van 80187 coprocessor.
Motorola 6809E, 68000, 68008, 68010.
NEC V20, V30.



3 ZAX support software 'n veelzijdig en betrouwbaar steuntje

ZAX levert ook support software voor de IBM PC en de micro VAX. Deze software bestaat uit commu-

nicatie software die nog functies toevoegt aan ICD; zoals batch files. Naast deze pakketten



zijn er ook crossassemblers voor de volgende microprocessors op de micro VAX:

Fairchild : F8/3870
HP : HP100 21 mx met rts-iv
Intel : 8088/80268/8048/
8080/8085/8096/8051
Mos Tek : 65xx
Motorola : 68K/6809/6801/6802
RCA : 1802/1804/1805/1806
Signetics : 2650
Texas : 9900/9940/9989/
99000
Zilog : Z80/Z8/Z8002

Alsmede een ruime keuze uit Cross compilers waaronder Pascal, C, PLM/86 (IBM PC en VAX). Verder levert ZAX een aantal simulators voor verschillende microprocessors (alleen VAX).

Op uw telefonische aanvraag zenden wij u de uitgebreide kleurenbrochures.

AIR PARTS ELECTRONICS

Postbus 255, 2400 AG Alphen a/d Rijn, Tel. 01720-43221*
Av. Huart Hamoir 1, B19, Brussel 1030, Tel. 02-2416460

DE TOEKOMST IN ELEKTRONICA



Democratische kennis



Expertsystemen vormen maar een klein deel van de ontwikkelingen binnen de kunstmatige intelligentie. Het onderzoek is echter al enkele decennia aan de gang en dat maakt expertsystemen een van de oudste gebieden binnen de AI. Waarschijnlijk is het deze relatief lange geschiedenis, gekoppeld aan een bevattelijke doelstelling, die ervoor heeft gezorgd dat het ook de bekendste vorm van kunstmatige intelligentie is geworden. In de media hebben expertsystemen altijd veel aandacht gekregen en niet zelden wordt het begrip, al dan niet bewust, gebruikt als pars pro toto voor kunstmatige intelligentie in het algemeen.

Gelukkig zijn het niet alleen de media waardoor expertsystemen een ruime bekendheid hebben. De publiciteit die ze krijgen (en waar dit themanummer aan meewerkt), is het gevolg van opmerkelijke technische ontwikkelingen. Die maken brede toepassing mogelijk, zodat de bekendheid vaak niet alleen theoretisch meer is. Het ziet er naar uit dat die 'popularisering' alleen nog maar veel sterker zal worden.

In elk geval is de trend al enige tijd zichtbaar. Minder dan tien jaar geleden waren expertsystemen nog kolossale projecten. Deze vonden een enkele keer toepassing in de praktijk, maar hadden in alle gevallen een experimenteel en wetenschappelijk karakter. De hardware-eisen droegen daartoe bij: de volledige capaciteit van de toenmalige mainframes was hard nodig.

Net als bij zowat alles wat met computers te maken heeft, zijn expertsystemen nu heel wat bereikbaarder geworden. Op dit moment functioneren expertsystemen op minicomputers en 32-bit micro's ook bij toepassing in de praktijk zeer bevredigend. Sinds kort valt bovendien een duidelijke tendens te bespeuren naar commercialisering. Het aantal toepassingen is sterk gegroeid en dat heeft een (potentiële) markt opgeleverd. En de computerbranche zou de computerbranche niet wezen als daar niet snel op werd ingegaakt.

Het resultaat laat zich aanzien. In minder dan een jaar tijd zijn allerlei shells op de markt verschenen. Daarbij is vooral de opkomst van de microcomputer opmerkelijk. Hoewel de huidige PC's te klein zijn voor omvangrijke, flexibele expertsystemen, duidt het aantal beschikbare pakketten erop dat ook in kleinschalig gebruik een markt kan schuilen. Een leuke ontwikkeling, zeker met in het

achterhoofd de gedachte dat nog maar heel kort geleden het overbekende ANIMAL de beste imitatie van een expertsysteem was die microcomputers konden leveren.

Toekomst

De kristallen bol heeft vooral wat betreft de computerwereld zelden meer opgeleverd dan vertekende beelden. Interpretieren is dan altijd riskant, maar het blijft natuurlijk aardig om te doen. Sommige voorspellingen laten zich zelfs behoorlijk door feiten ondersteunen. Zo heeft het AT&T Bell Laboratory onlangs bekend gemaakt dat daar een complete shell op één chip is ontwikkeld. Het IC bevat een inferentiemechanisme in hardware, heeft voldoende intern geheugen voor 16 regels en kan werken met onzekere gegevens.

Zoiets opent grote mogelijkheden voor de toekomst. Het gebruik van een expertsysteem wordt met zo'n IC veel aantrekkelijker, en niet alleen door de veel grotere redeneersnelheid. Een complete toepassing past met behulp van zo'n shell-chip in een paar IC's. In principe zijn de processor en een paar honderd Kbyte RAM en ROM voldoende, dus dat zou een expertsysteem op zakformaat op kunnen leveren. Voor communicatie met de gebruiker is wel wat meer nodig, maar besturingen (robots bijvoorbeeld) kunnen uitstekend zonder sjieke in- en uitvoer.

Als de trend zich voortzet, en waarom zou hij niet, dan kunnen we in de toekomst ook in huis-, tuin- en keukensituaties expertsystemen tegenkomen. Ook de consument profiteert dan van kennis die anders binnen een kleine kring was gebleven. En dat is eigenlijk een hele mooie vorm van democratisering.

Theo van Gelder

DEZE KEER HEEFT MAXELL IETS VOOR UW EIGEN GEHEUGEN



**GRATIS BIJ
20 MAXELL FLOPPY'S:**
Flip 'n File diskette-archief



**GRATIS BIJ
10 MAXELL FLOPPY'S:**
Set Maxell diskette-pennen

Een Maxell diskette onthoudt alles, een mens niet. Daarom krijgt u van Maxell geheugensteuntjes cadeau. Een speciale pennenset om uw diskettes veilig te beschrijven. Of een stevige cassette om ze overzichtelijk te archiveren.

Maar het gaat natuurlijk om die geheugensteuntjes voor uw computer: Maxell diskettes. De beste ter wereld, denken we.

Want welk ander merk levert na 20 miljoen kopcontacten nog dezelfde

prestaties als een nieuwe? En welk ander merk overtreft de normen van ISO, ANSI, ECMA en JIS zo royaal?

Bij de fabricage hanteert Maxell een tolerantie van 0,05 micron (1/20.000 millimeter!).

En voordat hij in zijn doosje mag, is elke Maxell diskette 114 keer getest.

Daarom zien we de 115e en belangrijkste test met vertrouwen tegemoet: de harde praktijk.

Doe die test. Er is een Maxell diskette voor elke gangbare drive en formatting. **maxell. floppy disk**



GRATIS GEHEUGENSTEUNTJES BIJ MAXELL FLOPPY DISKS

Resultaten in difonenonderzoek

In het onderzoek naar natuurlijk klinkende synthetische spraak, is belangrijke vooruitgang geboekt. Medewerkers van het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO), een samenwerkingsverband tussen Philips Research en de TH Eindhoven, is het gelukt om het aanmaken van klankovergangen (difonen) te automatiseren. Met behulp van de zo verkregen Nederlandse difoonbibliotheek is het mogelijk om elke willekeurige, fonetisch ingevoerde tekst welluidend laten weerklinken. (Achtergronden over de omzetting van gewone tekst naar fonetische werden in de Databus van mei behandeld in het artikel 'Praktisch gesproken', red.) In samenwerking met Siemens is inmiddels ook een Duitse difoonverzameling langs automatische weg verkregen. Bij het onderzoek naar synthetische spraak is veel aandacht besteed aan het koppelen van losse fonemen. Deze koppeling levert echter problemen op omdat de afzonderlijke fonemen in natuurlijke spraak vloeiend in elkaar overlopen. Voor het aanbrengen van de overgangen is complexe software nodig, die bovendien per taal verschilt.

De geschetste moeilijkheid is te omzeilen door de synthetische spraak op te bouwen uit difonen, de overgangen tussen twee fonemen. Er zijn echter veel meer difonen dan fonemen, zodat vooral het zoeken en aanmaken van de difonen op praktische problemen stuitte. Door de aanmaak van difonen te automatiseren is dit probleem verholpen.

Het automatisch aanmaken van difonen verloopt nu in drie stappen. Eerst deelt de computer het woord op in kleine stappen van circa 10 ms. Vervolgens zoekt hij de gebieden bij elkaar met een ongeveer gelijke energieverdeling over alle frequenties. Deze vertegenwoordigen een foneem. Aan de

hand hiervan bepaalt het systeem de grenzen van de difonen met behulp van een aantal op de fonetiek gebaseerde vuistregels en slaat ze op in het geheugen. Een zo'n vuistregel is bijvoorbeeld dat een grens van een difoon 0,04 s na een klinkerbegin ligt.

Proefpersonen vergeleken synthetische woorden samengesteld uit automatisch verkregen difonen, met dezelfde woorden samengesteld uit niet automatisch gemaakte difonen. De automatisch verkregen difonen voldeden daarbij beter, zowel wat betreft kwaliteit als verstaanbaarheid van de eruit samengestelde woorden.

Beeldtelefoon voor duizend dollar

Jerry Seehof, uitvinder en ondernemer in Silicon Valley, heeft een beeldtelefoon ontwikkeld die op het openbare telefoonnet kan worden aangesloten. Het apparaat verzendt en ontvangt zwart/wit TV-beelden en kost in de winkel minder dan duizend dollar. Ter vergelijking: normale teleconferentiesystemen komen al gauw op tien- tot honderduizend dollar. Op de markt voor deze zakelijke systemen richt Seehof zich dan ook niet; hij gebruikt voor zijn systemen de term 'pseudo-teleconfereren'. Sinds het produkt in januari tijdens de Consumer Electronics Show in Las Vegas werd geïntroduceerd zijn er enkele honderden van verkocht. Voor de fabricage en verkoop heeft Seehof in Mountain View een bedrijf opgericht: Videophone Incorporated.

De Videophone bestaat uit een normale analoge camera voor bewakingsdoeleinden en een verwerkingseenheid die het beeld digitaliseert en opslaat. Een processor vergelijkt het binnenkomende sig-



Jerry Seehof heeft met de Videophone de eerste commercieel verkrijgbare beeldtelefoon ontwikkeld. Desondanks zijn het voorts nog juist bedrijven die er toepassingen voor hebben.

naal met het laatste beeld dat in het geheugen is gezet. De verschildata wordt gecompriëerd en via de telefoon verzonden naar de ontvanger. Dat geeft al aan dat er geen sprake is van continu bewegende beelden. Bij de gebruikte overdrachtsnelheid van 1200 bit/s kan elke drie seconde een 'plaatje' worden verzonden zolang de beeldverschillen klein blijven. Als 30% van het beeld verandert, duurt het een seconde of tien voor een nieuw beeld op het scherm is opgebouwd.

Ook het aantal beeldpunten is beperkt, 80×128 , en daarom wordt een klein scherm aanbevolen. Verder gebruikt het videosignaal de hele capaciteit van de telefoonverbinding. Om tegelijkertijd een gesprek te kunnen voeren is dus een tweede verbinding nodig. Als alternatief hiervoor bezit het apparaat een schakelaar om van beeld naar spraak te gaan. Het laatst verzonden beeld blijft op het scherm staan tot de schakelaar weer wordt omgezet.

Ondanks de vele compromissen is Seehof optimistisch over de verkoop van de Videophone. Zijn optimisme wordt gedeeld door Elliot

Gould, de uitgever van Telepan, een nieuwsbrief over teleconfereren. "Een paar fabrikanten hebben plannen voor de consumentenmarkt voor beeldtelefoons. Ik ben er vrijwel zeker van dat er volgend jaar op de CES in dezelfde prijsklasse twee of drie te zien zullen zijn."

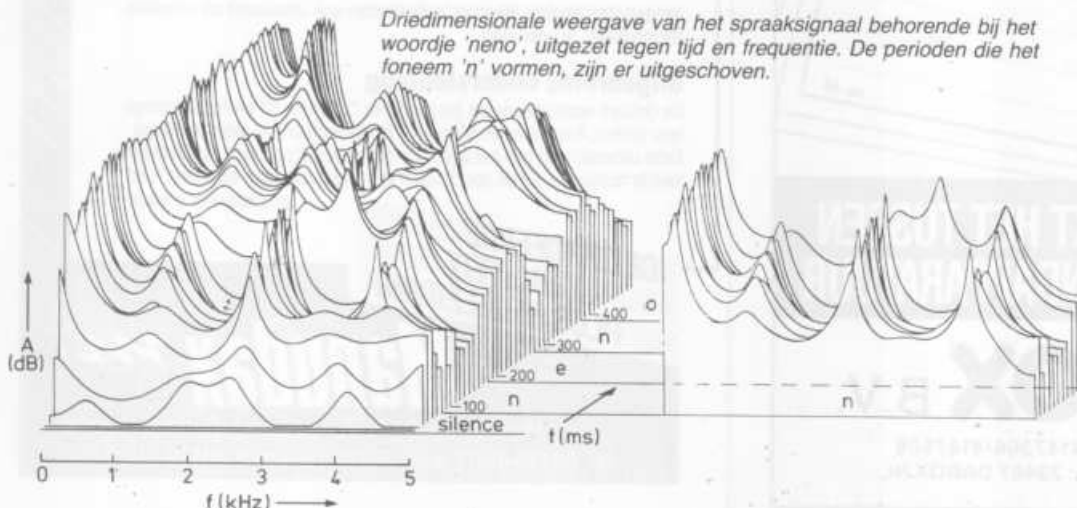
Een soortgelijk produkt is overigens al enige tijd verkrijgbaar voor de Apple II. Deze 'Frame Grabber', van Micro Mainframe, slaat een beeld op in het geheugen van de computer en verzendt het.

Ofschoon Seehof zijn produkt vooral aan consumenten wil verkopen, blijkt het merendeel van zijn klanten de Videophone te gebruiken voor bewaking en beveiliging. Doordat afstandbediening mogelijk is, kunnen bijvoorbeeld winkeliers en restauranthouders tegen betrekkelijk lage kosten vanuit huis een oogje in het zeil houden. Het is daarbij een voordeel dat het apparaat bij beeldwisselingen een alarm af kan laten gaan.

Deze toepassing van zogeheten 'slow-rate' videosystemen is niet nieuw, in tegenstelling tot de toepassing als beeldtelefoon. Onder andere Philips heeft al een jaar of drie zo'n systeem, dat eveneens gebruik maakt van het openbare telefoonnet. (ANA)

en Sperry een feit

Eind mei werd bekend dat Sperry zich niet langer verzette tegen een fusie met Burroughs. Burroughs had al vaker interesse in Sperry getoond. Eind vorig jaar ketste een bod op de aandelen van Sperry af omdat het geboden bedrag te laag was en de effectenbeurs niet reageerde. Begin mei werd het bod verhoogd tot \$ 70 per aandeel maar dat vond Sperry onvoldoende en deze bood vervolgens zelf \$ 80 op de eigen aandelen om te ontko-



UW BESTE KONNEKTIE IN DATAKOMM ...

In datakommunikatie draait het om de juiste konnektie. Tussen computers onderling. Of tussen computers en randapparatuur.

Onze nieuwe Datakomm Katalogus '86 is uit. 48 Pagina's boordevol modems, multiplexers, data-schakelaars, testapparatuur, etc. Onze katalogus is daarom uw beste konnektie. Gratis voor iedere data-komm gebruiker. Vul de bon in en post 'm vandaag nog!

DATABOX BV

PRODUKTEN 1986

DATABOX BV

DATAKOMM

PRODUKTEN

JA!

(S.v.p. invullen en aankruisen)
☐ Stuur u ons de nieuwe Databox Katalogus 86
☐ Belt u ons op voor een vrijblijvend gesprek

Uw naam _____

Uw functie _____

Naam Bedrijf _____

Adres _____

Postcode/Plaats: _____ tst _____

Telefoon _____

Datum _____

08 66

MET DATABOX KLIKT HET TUSSEN COMPUTERS EN RANDAPPARATUUR

DATABOX B.V.

Pompenburg 634
3011 AX Rotterdam

010-4147366/4147508
Telex: 23467 DABOX NL

Unicorn micro-computer systeem

Krachtig, snel en veelzijdig

De unieke Unicorn micro-computer is een uiterst krachtig systeem, dat op een bijzondere wijze alle voordelen van zowel Unix System 5 als VMEbus in zich verenigt. Het is bij uitstek geschikt voor professionele toepassingen in CAD/CAM systemen, bij word-processing, data-bases en die gevallen, waar over brute rekenkracht beschikt moet worden.

De uitgekiende opbouw

De Unicorn is bijzonder compact opgebouwd, waarbij het volledige systeem in één kast is ondergebracht. Op de systeem-print bevindt zich het hart van de Unicorn, de MC68010 op 10 MHz, terzijde gestaan door de aparte floating point processor NS32081.

Daarnaast de snelle Memory Management Unit, 1 Megabyte aan intern geheugen, 4 RS232 poorten en SASI bus. Het geheugen bestaat uit 'n Winchester disk (standaard 40 Mbyte, andere capaciteiten leverbaar) en 'n 1 Mbyte 3,5" floppy disk.

Unix System 5 standaard aanwezig

De Unicorn is ontwikkeld op basis van het Unix operating system. Dat betekent dat de totale wereld van Unix met Unicorn voor u beschikbaar is. Inclusief alle utilities, compilers en professionele software. Uiteraard is Unicorn probleemloos tot een netwerksysteem uit te bouwen, waarbij u gebruik kunt maken van Ethernet of Labnet.

VMEbus, uw standaard communicatie met de buitenwereld

De Unicorn is volledig VMEbus compatible; de vier vrije poorten maken een grote verscheidenheid aan toepassingen mogelijk. Tal van I/O functies, zoals bijvoorbeeld Bitmapped graphics, kunnen eenvoudig op het systeem aangesloten worden. Hierdoor is de Unicorn ook uitstekend als ontwikkelingssysteem te gebruiken.

Uitgebreide ondersteuning

De Unicorn wordt standaard geleverd met C, Fortran 77 en Pascal compilers; Dxbol, Ansi Cobol en Modula-2 zijn binnenkort als extra leverbaar. Extra uitbreidingen aan het systeem (geheugen of poorten) zijn probleemloos te realiseren. En de specialisten van Manudax staan altijd met raad en daad voor u klaar.

GEAVANCEERDE
KWALITEIT
PLUS BEGELEIDING

Manudax

Postbus 25, 5473 ZG Heeswijk-Dinther, Holland,
tel. 04139-8887 telex 74810, facsimile 04139-1009 (aut)



De fusie tussen Burroughs en Sperry heeft tot doel een betere concurrentiepositie te verkrijgen ten opzichte van IBM en Japanse computerproducenten.

men aan de overneming. In de daaropvolgende periode leken de onderhandelingen vast te lopen, maar uiteindelijk werd toch overeenstemming bereikt over een fusie. Daarbij zal Burroughs 31 miljoen aandelen Sperry kopen voor \$ 76,50 per stuk en nog eens eenzelfde aantal ruilen tegen een overeenkomstige waarde aan onder meer preferente aandelen van Burroughs. Met de transactie is in totaal \$ 4,8 miljard gemoeid. Het Amerikaanse ministerie van Justitie zal geen bezwaar maken tegen de fusie. De fusie heeft tot doel Burroughs een betere concurrentiepositie te geven ten opzichte van IBM en Japanse computerproducenten. Gecombineerd nemen de bedrijven de

tweede plaats in op de ranglijst van computerfabrikanten, na IBM en voor Digital Equipment. Op dit moment staat Burroughs op de zesde plaats en Sperry op de vijfde. Volgens dhr. van der Leij, algemeen directeur van Burroughs BV, zal de fusie voorlopig geen gevolgen hebben voor de situatie in Nederland. Eerst moeten de moederbedrijven in de VS een gezamenlijke strategie en organisatie hebben bepaald, en de onderhandelingen daarover zullen zeker tot 1987 duren. *Inf.: Burroughs BV, postbus 48, 1181 LD Amstelveen, tel.: (020) 5472911, telex: 16413. Sperry NV, postbus 22650, 1100 DD Amsterdam, tel.: (020) 5677711, telex: 13177.*

Industriële Automatisering 87

Op 17, 18 en 19 maart 1987 wordt in de RAI voor de eerste maal het evenement Industriële Automatisering gehouden. Deze manifestatie bestaat uit een congres, een aantal seminars en een vakbeurs aandacht aan computerondersteund ontwerpen en fabriceren. De organisatie van Industriële Automatisering 87 is in handen van de RAI, in nauwe samenwerking met de Stichting CAPE en de Sectie CAD/CAM van de VIFKA. Het evenement is het resultaat van de afspraken die de Stichting CAPE en de Sectie CAD/CAM eind vorig jaar hebben gemaakt. Voorop stond het realiseren van één tentoonstelling op het gebied van ontwerpen met computers. In het verleden organiseerde de Stichting CAPE in de RAI een wetenschappelijk congres met een vakbeurs onder de naam CAPE Nederland. De VIFKA hield eind vorig jaar een eigen beurs met seminars onder de naam CAD/CAM Nederland. Industriële Automatisering 87 zal

Naast andere CAD/CAM-gebieden zal het automatisch produceren met behulp van computers veel aandacht krijgen op het door de VIFKA, Stichting CAPE en de RAI georganiseerde evenement Industriële Automatisering 87.

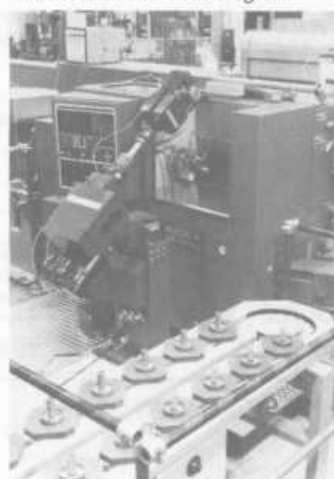


Foto: Siemens

bestaan uit een wetenschappelijk congres dat wordt georganiseerd door de Stichting CAPE, praktijkgerichte seminars, georganiseerd door de Sectie CAD/CAM van de VIFKA, en een vakbeurs die de RAI in samenwerking met de beide instellingen zal organiseren. Het expositieprogramma zal bestaan uit hardware en software voor computerondersteund ontwerpen. Bovendien krijgt het produceren met computers veel aandacht. Behalve automatiseringsapparatuur voor

productieprocessen zullen op de vakbeurs ook robots en numeriek bestuurd machines te zien zijn.

Voor dit evenement zijn de Randstad- en Deltahal van het Holland-complex van de RAI gereserveerd. Ook het congrescentrum wordt gebruikt. De totale oppervlakte die voor de vakbeurs beschikbaar is, bedraagt 8300 m². *Inf.: RAI Gebouw BV, Europa-plein, 1078 GZ Amsterdam, tel.: (020) 5411411, telex: 12443.*

Subsidies voor onderzoek

In het kader van het regelingspakket ter verbetering van de positie van het Nederlandse bedrijfsleven heeft het Ministerie van Economische Zaken aan de Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW) de uitvoering opgedragen van het OMK-project. Dit is een programma dat tot doel heeft het technisch-wetenschappelijk onderzoek in het midden- en kleinbedrijf te stimuleren. De regeling biedt kleine en middelgrote industriële bedrijven de mogelijkheid tot het verkrijgen van gedeeltelijke vergoeding van de onderzoekskosten.

Belangrijke criteria voor subsidie zijn dat er sprake is van een goed wetenschappelijk niveau en dat er aannemelijke commercialiserings-

mogelijkheden voor de verwachte onderzoeksresultaten zijn. De verantwoordelijkheid van de STW betreft onder meer het beoordelen en de toe- of afwijzing van aanvragen alsmede de begeleiding van toegewezen aanvragen. De Rijksbijzondere dienst van EZ adviseert bij het beoordelen van bedrijfskundige aspecten. Naast het subsidie uit het OMK-project is er nog een afzonderlijk aan te vragen subsidie, de zogenoemde INSTIR-subsidie van de Dienst Investeringsrekening van EZ. Een uitvoerige brochure over de regeling kan worden aangevraagd bij: *Inf.: Stichting voor de Technische Wetenschappen, postbus 3021, 3502 GA Utrecht.*

Philips en Vitelic samen in SRAM's

Vitelc, maker van CMOS statische RAM's, heeft met Philips een overeenkomst gesloten over de ontwikkeling, productie en verkoop van geheugen-IC's. Volgens deze overeenkomst zal Vitelic een serie SRAM's ontwerpen, die Philips vervolgens gaat produceren en op de markt brengen. Philips zal de IC's ook toepassen in eigen producten. Ook Vitelic krijgt verkooprechten voor deze chips. Het bedrijf zal bovendien gebruik kunnen maken van door Philips ontwikkelde productieprocessen voor halfgeleiders. Eerder dit jaar tekende Vitelic soortgelijke contracten met Sony en NMB Semiconductor (beide Ja-

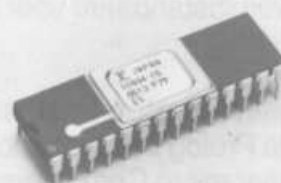


Foto: Fujitsu

De overeenkomst tussen Philips en Vitelic komt er op neer dat Philips het ontwerpen van statische RAM's voor een deel uitbesteedt aan Vitelic.

panse bedrijven), Hyundai (Korea) en ERSO (Taiwan). (ANA)

Comp Euro 87

Van 11 tot 15 mei 1987 zal in Hamburg een internationaal congres worden gehouden over VLSI en computers onder de naam Comp Euro 87.

Comp Euro zal een jaarlijks evenement worden waar internationale experts de meest recente resultaten kunnen presenteren en discussiëren op het terrein van de

computertechnologie, systemen, toepassingen en hun wisselwerking. Het gebeuren zal zijn toegespitst op de wisselwerking tussen micro-elektronica, VLSI en computersystemen. Het ligt in de bedoeling om naast het lezingenprogramma en de congresverhandelingen ook een technische tentoonstelling te organiseren waar componenten, apparatuur, demonstraties en tech-

DENK 'NS NA OVER WAT BOLESIAN™

BolesianSystemsEurope B.V.

U KAN BIEDEN



PRODUKTEN

- **Xi**, de best verkochte en meest gebruikersvriendelijke expert system shell.
- **Golden Common Lisp**, de wereldstandaard voor Lisp op de PC.
- **Micro Prolog Professional**, de Prolog waarvoor ook IBM op haar micro Computers heeft gekozen.
- **Apes 2**, een Prolog shell met onbegrensde mogelijkheden.
- **Personal Consultant**, de expert system shell van Texas Instruments.

CURSUSSEN

- Onze cursussen, gegeven in het **Centre of Intelligence**, zijn reeds door velen bezocht.
- Inleiding kunstmatige Intelligentie en Expert Systemen; een goede basis voor iedereen die zich wil oriënteren op deze gebieden.
- Prolog; vertrouwd worden met de basis principes van Prolog, voor mensen die zich binnen hun organisatie hiermee bezig gaan houden.
- Common Lisp; een kennis-making met de basisbegrippen van de programmeertaal Lisp.
- Knowledge engineering; inzicht verkrijgen hoe het kennisbestand van een Expert Systeem gebouwd kan worden.

CONSULTANCY

Bolesian heeft jarenlange ervaring in het opzetten en begeleiden van expertsysteem bouwprojecten in diverse domeinen op zowel microcomputers als workstations.

BON

Voor meer informatie over onze cursussen, produkten en consultancy deze bon insturen naar:
BOLESIAN SYSTEMS EUROPE B.V.
Hortsedijk 39
5708 HA Helmond

Graag ontvangen wij meer informatie over BOLESIAN

Naam: _____
Organisatie: _____
Adres: _____
Plaats: _____
Tel. nr.: _____

Natuurlijk kunt u ook even bellen. Telefoon 04920-23455. Vragen naar drs. Leen Zevenbergen.

BOLESIAN™

BolesianSystemsEurope B.V.

artificial intelligence in business

Hortsedijk 39 5708 HA Helmond Tel.04920-23455

nische publicaties worden samen-gebracht.

De IEEE Computer Society en Regio 8 van de IEEE (waaronder Europa, Afrika en het Midden-Oosten vallen) treden als sponsor op. Daarnaast verlenen het Geselschaft für Informatik en het Verband Deutscher Elektrotechniker

(VDE) financiële en organisatorische steun.

Inl.: Prof. Walter E. Proebster, voorz. Comp Euro 87, IBM Deutschland GmbH, Department 3280, 7030-15, Schoenai-cher Strasse 220, D-7030 Boeblingen, West-Duitsland, tel.: (09) 49.7031.163929.

Epson in Nederland

Epson heeft in Nederland een officiële vertegenwoordiging opgericht, het Epson Business en Information Center. Deze vertegenwoordiging zal ondersteuning leveren voor de hele Epson produktlijn, die naast printers ook onder meer computers, LCD-schermen en diskette-eenheden omvat. In de nabije toekomst zal het EBIC ook de enige distributeur zijn. Op dit moment heeft Manudax, die tot voor kort de importeur was, nog een mededistributeurschap maar vanaf 1 september zal het EBIC dit geheel hebben overgenomen.

De organisatie zal zich naast de distributie ook bezig gaan houden met het opzetten van een netwerk van geautoriseerde wederverkopers. Verder is het de bedoeling om in samenwerking met Nederlandse softwarehuizen programma's voor



Het Epson Business and Information Center zal de hele produktlijn van Epson gaan ondersteunen, waaronder ook dit LCD-scherm met geïntegreerde aanraaktoetsen.

de Epson-systemen te gaan ontwikkelen.

Inl.: Epson Business and Information Center BV, Bleiswijkse-weg 35, 2712 PB Zoetermeer, tel.: (079) 410811, telex: 34532.

Sagantec in software

Sagantec gaat zich, naast het ontwerpen van chips op klantenspecificatie, ook richten op het schrijven van technische software. Het bedrijf heeft een afdeling Technische Software opgebouwd bij ontwikkeling van een silicon compiler voor het ontwerpen van custom-IC's. Deze afdeling is in 1985 begonnen met het leveren van software op specificatie en is daarnaast, sinds

het begin van dit jaar, betrokken bij een Esprit-project op het gebied van functionele ontwerp-talen. Het is de bedoeling om de binnenshuis aanwezige expertise aan te wenden voor technische problemen van derden. Daarbij richt men zich vooral op het midden- en kleinbedrijf. De te leveren diensten zullen zowel kunnen bestaan uit onderzoek naar oplossingsmethoden

Naast het ontwerpen van custom-IC's, is Sagantec nu ook actief op het gebied van technische software.



als het ontwikkelen en onderhouden van softwarepakketten.

Inl.: Sagantec BV, Croy 5^a, 5653 LC Eindhoven, tel.: (040) 521175, telex: 59163.

Onderzoek naar personeelsfuncties

CIAD, de Vereniging voor Computertoepassingen in de Ingenieurspraktijk, heeft het initiatief genomen tot de instelling van een projectgroep met als onderwerp 'Personeelsfuncties in de industriële automatisering'. De projectgroep moet een aanzet geven tot ordening van personeelsbeleid en opleidingen in de computerondersteunde ingenieurspraktijk. De doelgroep voor deze projectgroep is het management van technische bedrijven en instellingen, personeels- en opleidingsfunctionarissen en afdelingschefs.

Bedrijven worden genoodzaakt in hun personeels- en opleidingsbeleid rekening te houden met de ontwikkelingen op het gebied van de industriële automatisering. Voor de mensen in het bedrijf die daar niet in zijn gespecialiseerd is het moeilijk om een geschikt personeels- en opleidingsbeleid op te stellen. Daarbij ontbreekt het vaak aan een analyse van het veranderingsproces op korte, middellange en lange termijn, ten aanzien van functieveranderingen, het ontstaan en het verdwijnen van functies.

De projectgroep is opgericht als reactie op vele vragen op dit gebied en recente contacten met enige Gewestelijke Arbeidsbureaus. Verwacht mag worden dat het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen in het onderwerp zullen zijn geïnteresseerd.

Inl.: CIAD, postbus 74, 2700 AB Zoetermeer, tel.: (079) 219324.

Beeldverwerking heeft toekomst

Omzetsijging elektro-optische apparatuur verwacht

Optische instrumenten zoals microscopen worden al langer voor industriële inspecties gebruikt. Er bestaat echter een behoefte aan snellere methoden en aan de mogelijkheid om alle geproduceerde artikelen te kunnen inspecteren, in plaats van het houden van steekproeven. Dit heeft geleid tot een veelheid aan nieuwe technieken voor kwaliteits- en productiecontrole.

Door deze nieuwe technieken is in met name in de Verenigde Staten een sterk groeiend afzetgebied voor elektro-optische inspectiesystemen ontstaan, waarvan de marktwaaarde, die in 1984 \$ 990 miljoen bedroeg, tegen 1990 tot \$ 3,7 miljard zal zijn gestegen. De lagere prijzen van elektro-optische componenten, de introductie van goedkope lasers en lasersystemen en de snelle ontwikkeling van microprocessors en microcomputers hebben een belangrijk aandeel in die gemiddelde jaarlijkse omzetsij-

ging van 25%. Daarnaast zal de sector intelligente beeldverwerkingssystemen, met onder meer apparatuur voor robots, als katalysator fungeren.

Dit laatstgenoemde deel van de markt zal naar verwachting tot 1990 een jaarlijkse groei 50% te zien geven. De omzet stijgt daarmee van \$ 130 miljoen in 1984 naar \$ 1,5 miljard in 1990. Digitaliseer-apparatuur voor beelden zal het op een na grootste groeipercentage van te zien geven, jaarlijks 40%, en stijgen van \$ 40 miljoen in 1984 naar een niveau van \$ 400 miljoen in 1990.

Een ander staat in het rapport "The Electro-Optical Instrumentation Market for Quality and Production Control" dat Frost & Sullivan heeft gepubliceerd op basis van een marktonderzoek. Het rapport behandelt een achttal categorieën elektro-optische instrumenten en gaat in op de bedrijven die in deze markt actief zijn. Daarbij komt zowel de huidige als de toekomstige technologie aan de orde, alsmede de marktaandelen van de diverse producenten en de verwachtingen tot en met 1990.

Inl.: Frost & Sullivan Ltd., 104-112 Marylebone Lane, Londen W1M 5FU, Groot-Brittannië, tel.: (09) 44.1.9354433, telex: 262671.

De markt in interfaces voor het digitaliseren van beelden zal naar verwachting tot 1990 jaarlijks met 40% groeien.

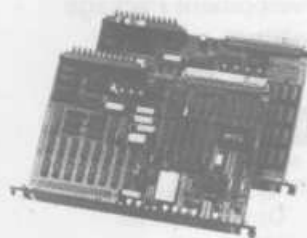


Foto: Eltec, Manudax

Gemakkelijk, comfortabel en goedkoop reizen naar de 'Elektronica '86' te München. Meer informatie op pagina (86)

Acquaint®

Acquaint is een in Nederland ontwikkeld systeem dat draait op de meeste Personal Computers.

Wilt u klein beginnen, dan kunt u via Acquaint-Light kennismaken met de wereld van Expert Systemen zonder daarvoor een grote investering te doen.

Als u de mogelijkheden van Acquaint-Light ontgroeit bent, kunt u overstappen naar de uitgebreide versie.

Omdat het systeem geheel geschreven is in muLisp, kunt u toegang krijgen tot de meeste interne systeemfuncties en natuurlijk ook uw eigen functies aan het systeem toevoegen.

Het Expert Systeem dat met u meegroeit.

Acquaint (voorheen bekend als Daisy) maakt gebruik van „Forward” en „Backward reasoning”, zekerheidsfactoren en „Fuzzy” vergelijkingen.

Het heeft uitgebreide mogelijkheden voor het gebruik van invul-

formulieren zoals u die ook in de meeste „gewone” systemen tegenkomt, en waar u zich direct bij zult thuisvoelen.

Voor meer informatie:

LITHP SYSTEMS BV Postbus 65, 1120 AB Landsmeer. Telef. 02908-4623.

5e generatie tools voor uw software

PROLOG EXPERT SYSTEMS

Arity's programming tools maakt het mogelijk om software geschreven met behulp van Arity/Prolog te combineren met Arity SQL, het beste van de vierde-generatietalen, en met klassieke derde-generatietalen zoals C of assembler.

- Arity/Prolog Compiler en Interpreter
- Arity/Prolog Interpreter
- Arity Standard Prolog
- Arity SQL Development Package
- Arity Expert System Development Package
- Arity Screen Design Toolkit
- Arity File Interchange Toolkit

Prijzen vanaf f 395,00 (excl. BTW)

IBM PC, XT, AT en compatibles, 512K memory en een hard disk.

SCOS®

SCOS/Minihouse TSI,
Osdorpplein 228,
1068 ER Amsterdam

020-106922

SOFTTOOLS en XENIX System V

Het gemak van DOS programmatuur
nu ook voor
XENIX System V

Maak uw DOS toepassingen geschikt voor
gebruik door meerdere personen:

- SCO Professional werkt exact hetzelfde als LOTUS 1-2-3 (incl. macro's)
- SCO Foxbase werkt exact hetzelfde als dBase II en voegt een grote versnelling toe.

Met Xenix-Net kunnen onder DOS werkende computers gecombineerd worden met computers die (multi-user) onder XENIX System V werken

SOFTTOOLS
-automatiserings-
-adviesbureau-

Sportlaan 1-3
6658 BG
Beneden-Leeuwen
Tel. 08879-3844

Cryptech neemt deel aan RACE

In december 1985 werd het licht op groen gezet voor de definitiefase van het RACE-programma, waarin de belangrijkste Europese telecommunicatieondernemingen – naast een aantal universiteiten – in EG-verband zullen samenwerken aan de uitbouw van een gestandaardiseerd transmissienetwerk voor alle vormen van digitale informatie (stem, data, beeld en tekst) op Europees niveau. Cryptech doet hieraan mee voor wat betreft de veiligheid, de privacy en de betrouwbaarheid van wat het Integrated Broadband Communications Network moet gaan worden. In de evolutie van data- en telecommunicatie naar het IBC-netwerk, vormt het Integrated Services Digital Network (ISDN) een tussenfase. ISDN gaat uit van digitale telefoon-

signalen, waarbij het mogelijk is om data en spraak te combineren op één kanaal. Het is dit ISDN-gebied waar Cryptech in is gespecialiseerd.

Bij het project – voor 50% gefinancierd door de EG en voor 50% door de deelnemende ondernemingen – zijn naast Cryptech ook nog betrokken: Centre National d'Etudes des Telecommunications (CNET), British Telecom Research Laboratories (BTRL), Standard Elektrik Lorenz Aktiengesellschaft (SEL), Electronique Serge Dassault, Thomson/CSF/DTC, alsmede de universiteiten van Leuven, Karlsruhe, Strathclyde en Toulouse.

Int.: NV Cryptech, Lloyd George-laan 7, B-1050 Brussel, tel.: (09) 32.2.6499653.

Ontwerpen en assembleren met AI

Bij Hughes Aircraft Company is een computersysteem ontwikkeld dat de ontwerpeisen voor printkaarten automatisch vertaalt zo efficiënt mogelijke stap voor stap instructies, die gebruikt worden door de werknemers van de assemblageafdeling in de fabriek. De assemblage-instructies worden gegene-

reerd met behulp van systeemsoftware die gebruikt maakt van kunstmatige intelligentie voor de analyse van de gegevens van het productontwerp.

Het systeem, bekend onder de aanduiding PADMS (Producibility-based Automated Design and Manufacturing System), levert ontwer-

Het PADMS van Hughes maakt voor het opstellen van assemblage-instructies gebruik van kunstmatige intelligentie.



pers ook informatie betreffende de mogelijkheden tot productie. De computer is voorzien van gegevens over fabricagekosten, complexiteit, beschikbare apparatuur en testmogelijkheden. Naar verwachting zal, als de ontwerpers in het beginstadium over deze gegevens kunnen beschikken, het aantal wijzigingen tegen het einde van de ontwikkelperiode veel kleiner zijn.

PADMS maakt het ook mogelijk om snel wijzigingen in een ontwerp door te voeren, zonder dat daar verandering van geschreven documentatie voor nodig is. Door de bank genomen neemt het organi-

seren en met de hand schrijven van een handleiding voor printassemblage, met stap voor stap instructies, voorzorgsmaatregelen, specificaties en beschrijving van de gereedschappen, zo'n 140 uur in beslag. Met PADMS kan hetzelfde karwei in ongeveer 30 uur worden geklaard.

Int.: Hughes Aircraft Company, Electro-Optical and Data Systems Group, El Segundo, Californië 90245, Verenigde Staten, tel.: (09) 1.213.616.1022. Carl Byoir & Associates Ltd., 11th West Halkin Street, London SW1X 8JL, tel.: (09) 44.1.2357040.

Silicon Compilers Inc. naar Nederland

Het Amerikaanse Silicon Compilers krijgt een Nederlandse vestiging, Silicon Compilers BV. Deze wordt tevens het hoofdkantoor van waaruit alle Europese verkoop- en distributie-activiteiten zullen plaatsvinden. Ook zal SCI zich hier bezig gaan houden met onderzoek en ontwikkeling op het gebied van geautomatiseerd IC-ontwerpen.

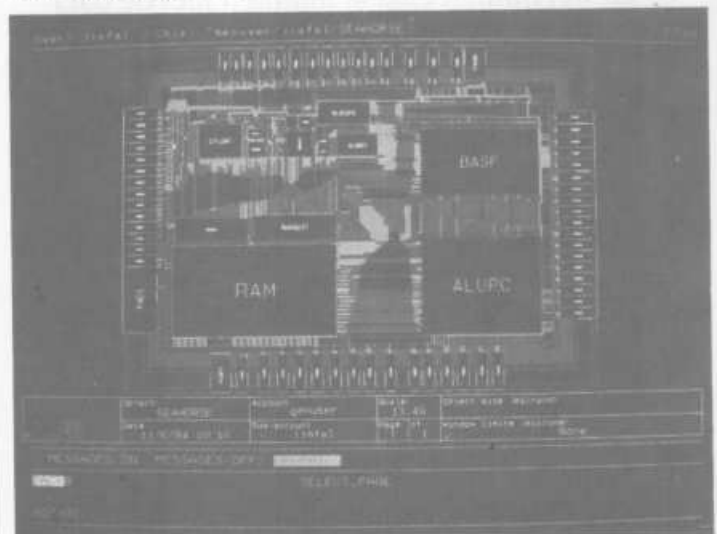
De vestiging is een samenwerking tussen SCI en de MIP, de Maatschappij voor Industriële Projecten, die \$ 4,75 miljoen in onderneming investeert. Wat de definitieve lokatie zal worden is nog niet bekend. Waarschijnlijk kan men daarover in augustus uitsluitsel geven.

Silicon Compilers levert de Genesil silicium compiler, een geavanceerd IC-ontwerpsysteem voor UNIX-systemen. Momenteel werkt Genesil op VAX en MicroVAX-computers en op Apollo werkstations. Het systeem stelt systeemontwerpers in staat om nieuwe ontwerpen direct uit te voeren als IC, zonder dat daar specifieke kennis

van het chipontwerpen voor nodig is. De compiler converseert met de gebruiker op het niveau van systeemfuncties en ontwerpcriteria, en werkt met een bestand van prinsipschema's. Aan de hand van die schema's genereert de compiler een IC-ontwerp, in een uitvoering die afhangt van de opgegeven omhulling, technologie, gekozen IC-fabrikant en dergelijke. Daarbij legt de compiler geen beperking op wat betreft het aantal te integreren functies.

Het bedrijf haakt in op de trend van verdere differentiatie in IC's. Volgens SCI zullen de kleine chipmarkten, met de meer specifieke toepassingen, in de toekomst veel belangrijker worden dan de massamarkten. Een onderzoek van Dataquest indiceert dat in 1994 de totale IC-markt \$ 44 miljard zal bedragen, tegen \$ 26,5 miljard in 1984. Die groei komt voor het grootste deel door de verkopen in custom-IC's, die stijgen van \$ 1,2 miljard naar \$ 12 miljard. Veel kleinere markten, met aizonderlijke eisen

De Genesil silicium compiler kan aan de hand van prinsipschema's een IC-ontwerp genereren.



"Ik wil weten waarom het netwerk plat ligt, nu meteen!"



Is het de computer in Amsterdam? Een probleem in London? Een communicatie-storing? Of een overzeese lijnfout? Wie zal het weten?

U! En wel binnen enkele minuten met de data-communicatie testers van Hewlett-Packard. Onze protocol analyzers helpen u de bron van de storing te lokaliseren. En meteen. U weet wie u moet bellen en waar en hoe het probleem op te lossen.



U kunt ook digitaal testen om de storingsgevoeligheid van het netwerk vast te stellen. En analoog testen om de hoofdparameters van de transmissielijn van het ene naar het andere eind te controleren.

Als dit alles te mooi klinkt om waar te zijn, wordt het hoog tijd ons te bellen voor het bijwonen van een seminar voordat uw netwerk één of meerdere malen plat ligt.

Bel nu met Joan Calmer (tel. 020 - 5476212) om u op te geven voor een van onze datacom seminars of met Harry Kuijs (tel. 020 - 5476669) voor dokumentatie en/of demonstratie.



Hewlett-Packard Nederland BV
Startbaan 16
1187 XR Amstelveen
Tel. 020 - 5476911

C.E.R.N.
GOEDGEKEURD!

VMECPU 020 32-BIT CPU MODULE

FACTS:

CPU: A 16 MHz 68020 microprocessor with 256 byte on-chip instruction cache. Cache cycle time is only 120ns. Execution speed is up to 8 MIPS.

BUSES: Full 32-bit VMEbus and fast 32-bit VMX32bus for local extension. Address range 4 Gbytes. Bus rate up to 20 Mbytes per second.

MEMORY: 1 Mbyte (256*32-bit) dual port dynamic RAM and a socket for 64 Kbyte EPROM. 16*16-bit EEPROM for internal option selection.

INTERFACE: Two full duplex multi purpose serial communication channels capable of HDLC/ADCCP, SDLC, X.25, X.75, Bisync, DDCMA, X.21 and Async transfer. Data rate is up to 4 Mbits per second. On board logic for PLL, parity (CRC of LRC) and frame check sequence. NRZ, NRZI, FM0, FM1 and Manchester encoding/decoding included. RS-232C and RS-485 levels supported. One programmable timer/counter.

SYSTEM CONTROLLER: VMEbus priority arbiter, system clock, bus time-out and bus reset are included.

BUS LOGIC: Four level dynamic VMEbus requestor with four software selectable release options: RWD, ROR, RNE, RTO. Seven level VMEbus interrupt handler with software selectable interrupt levels and one semaphore register for generating interrupts to local CPU. One VMEbus interrupt level can be defined as local for synchronizing purposes.

R
ROBCON

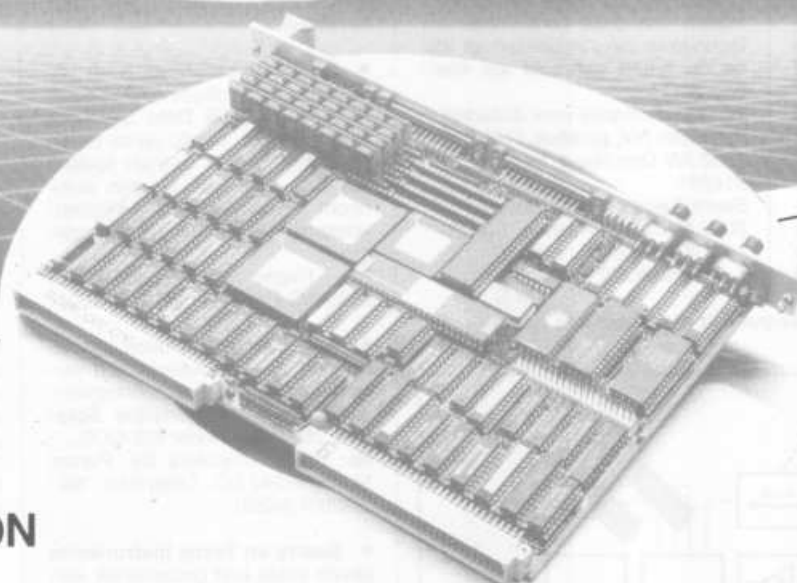
Alleenvertegenwoordiging
voor Nederland

U kunt ons ook
opbellen inzake
andere board-
levelprodukten.



AURIEMA NEDERLAND B.V.

Afdeling BOARDLEVEL-produkten
Doornakkersweg 26, 5642 MP EINDHOVEN
Telefoon: 040 - 81 65 65, Fax: 040 - 81 18 15, Telex 51992 auri nl



Juli

Knowledge Based Systems
1...3 Londen/Wembley Conference Centre
Inl.: Online Int. Ltd., Pinner Green House, Ash Hill Drive, Pinner, Middlesex HA5 2AE, Groot-Brit-

tannië, tel.: (09) 44.18684466, tx: 923498.

Machine vision and image recognition

1...4 Parijs
Inl.: Jan Elwick, ICS Publishing (UK) Co. Ltd., 3 Swan Court, Leatherhead, Surrey KT22 8AD, Groot-Brittannië, tel.: (09) 44.372379211, tx: 915133.

Voice Processing

2...3 Londen/Wembley Conference Centre
Inl.: Online Int. Ltd., Pinner Green House, Ash Hill Drive, Pinner, Middlesex HA5 2AE, Groot-Brittannië, tel.: (09) 44.18684466, tx: 923498.

Software Engineering and Quality Assurance: A Statistical Approach

7...11 Londen
Inl.: The George Washington University, 18 St. George's Street, Hanover Square, Mayfair, Londen W1R 9DE, Groot-Brittannië, tel.:

09-44.1.626833012 (Mr. Michael Keenan), telex: 42403.

Real-time software design

8...11 Londen
Inl.: Jan Elwick, ICS Publishing (UK) Co. Ltd., 3 Swan Court, Leatherhead, Surrey KT22 8AD, Groot-Brittannië, tel.: (09) 44.372379211, tx: 915133.

Integrated Services Digital Networks

21...23 München
Inl.: The George Washington University, 18 St. George's Street, Hanover Square, Mayfair, Londen W1R 9DE, Groot-Brittannië, tel.: 09-44.1.626833012 (Mr. Michael Keenan), telex: 42403.

Frost & Sullivan geeft in de maand juli de volgende seminars (data tussen haakjes):

- Ergonomics in computer systems (1...4)
- Data communication network

- components (2...4)
- Knowledge engineering (7...9)
- Network design (9...11)
- Planning and implementing the microcomputer mainframe connection (10...11)
- Computer network for real time applications (14...16)
- Digital image processing (21...24)
- ISDN (21...24)

Inl.: Frost & Sullivan Ltd., 104-112 Marylebone Lane, Londen W1M 5FU, Groot-Brittannië, tel.: (09) 44.1.9354433, telex: 262671.

Augustus

Voorlichtingsmanifestatie over elektronica en informatica

28...7/9 Amsterdam/RAI
Inl.: RAI, Europaplein 8, 1078 GZ Amsterdam, tel.: (020) 5411411, telex: 16017.

BULLET-286[®]

80286 - 8 MHz - 640 KRAM

- IBM-XT Compatible moederboard
- 8 IBM-XT Compatible slots
- Snelheid volgens "SI" van Norton utilities; 9,2 sneller dan IBM-XT
- Uitwisselbaar met XT moederboard
- 80287 Co-processor optie
- Software compatible met IBM-XT zoals Caddy, Autocad, Cad+, Lotus, Framework, etc.

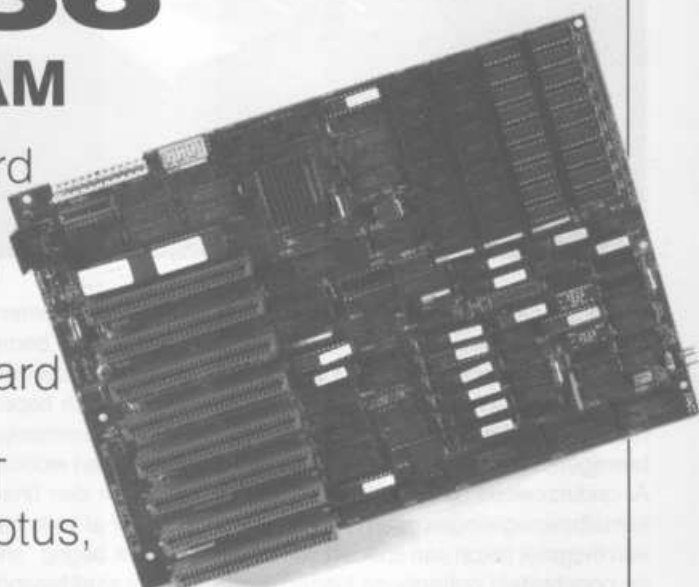
Importeur:

DUPACO

DUPACO v.o.f.
Larikslaan 6
3833 AM Leusden
Tel. 033 - 948888
tix: 47045 dilab

Dealers:

Delft	Aarque B.V.	015 - 569344
Bruchem	ABC-Software	04184 - 811
Enschede	CSL Computers	053 - 334917
Hoofddorp	Enigma B.V.	02503 - 11991
Nieuwleusen	Hand. ond. Jonkers B.V.	05296 - 3813
Driebergen	Ing. Groep ir. A. Kooijman B.V.	03438 - 15888
Harderwijk	Ridero B.V.	03410 - 12984
Amsterdam	SCOS Automation B.V.	020 - 106922
Schellinkhout	CAT-Benelux B.V.	02293 - 1682



De Nederlandse AI-wereld twijfelt er niet aan of expertsystemen zullen de komende twintig jaar een vaste plaats veroveren daar waar de kennis nu geconcentreerd is in het menselijk brein en/of in handboeken. Tegelijk wordt duidelijk dat er nog de nodige hindernissen te nemen zijn. Vooralsnog heeft de kennisverwerking nog het meeste weg van een struikelblok. Het schrijnend tekort aan specialisten op het gebied van kunstmatige intelligentie is daar niet in de laatste plaats schuldig aan.

Hooggeleerde hardware

Een verkenning in expertsystemen

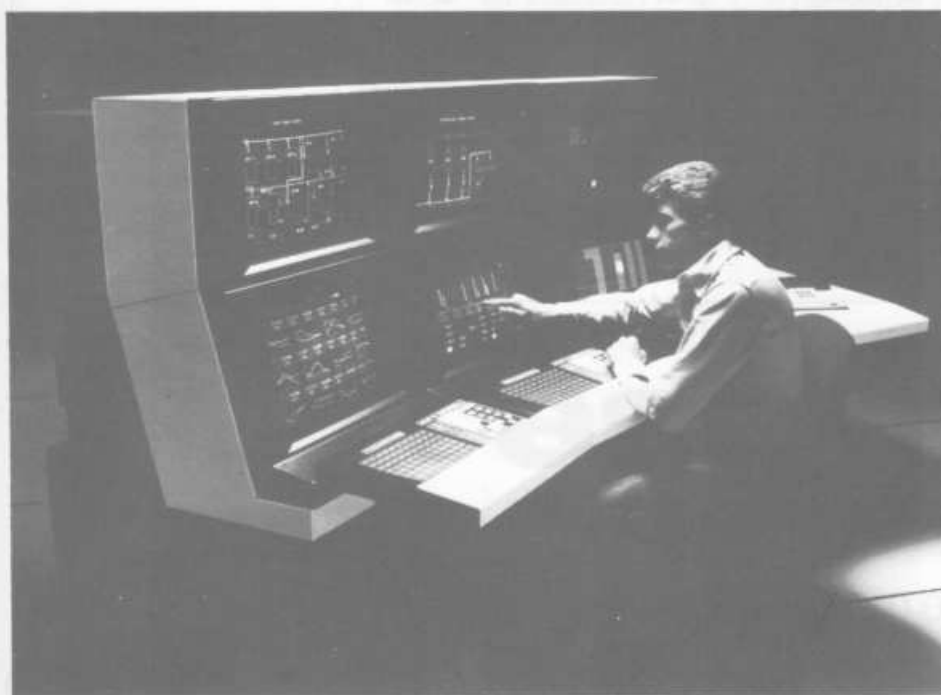


Foto: Honeywell

De vraag naar de toekomstperspectieven van expertsystemen in Nederland hoeft wat de AI-deskundigen betreft niet eens te worden gesteld. Dat blijkt vooral uit de reactie van de bedrijven die zich op dit veld bewegen, maar ook uit de opstelling van AI-onderzoekers op de universiteiten. Toekomstbespiegelingen gaan met name over een mogelijk tekort aan specialisten of over de ongetwijfeld optredende kinderziekten. De opkomst van het AI-fenomeen zelf staat nauwelijks ter discussie.

"Dit is het jaar dat men zich gaat oriënteren. 1985 was het jaar van de teleurstellende symposia en dat is nu omgeslagen", aldus commercieel directeur Leen Zevenbergen van Bolesian Systems Europe (tot voor kort Expert Systems Europe) in Hel-

mond. Momenteel beschikken meer dan honderd bedrijven over een expertsysteem, waarmee de uitspraak dat het aanbod zich beperkt tot een 'simpel medisch programmaatje' (door Zevenbergen opvangen woorden) wordt gelogenstraft. "Je zit er dan finaal naast. Wijzelf denken dit jaar al zo'n miljoen omzet te draaien." Het begrip 'shell' staat hierbij centraal. In de shell bevindt zich (onder andere) het redeneermechanisme van een expertsysteem, ook wel inferentiemechanisme genoemd. Omdat de kennis zelf dan nog moet worden ingebracht, verdient een bedrijf als BSE – behalve aan de software – ook aan het begeleidingsproces bij het opzetten van een expertsysteem. Wellicht heeft de stijgende populariteit te maken met de optimistisch gestemde ver-



Professor David Brée: "Situatie in Nederland is in enkele jaren compleet veranderd."

halen uit de Verenigde Staten over expertsystemen als 'Caduceus' (diagnose na infecties) en 'Prospector' (opsporing van ertsvelen). Het vooruitzicht dat met ALSDAN-regels de eigen problemen kunnen worden opgelost, is in ieder geval des te aantrekkelijker nu hardwareprijzen kelderen en personal computers in staat zijn 300 tot 500 van deze regels te verwerken. Peter van Lith, ook buiten Nederland een man van het eerste uur als het om expertsystemen gaat, stelt dat al met 150 regels 'een echt expertsysteem' is ontstaan. Zijn Lithp Systems biedt een shell aan, Acquaint, die geschikt is voor IBM PC's en compatibelen. Met 256 Kbyte kunnen 100 regels worden opgeslagen, met 512 K tussen de 300 en 500.

Desondanks zijn het nog vooral de grotere bedrijven die met expertsystemen, ofwel 'gevulde' shells, experimenteren. Naast de vrees dat de concurrent al een stapje verder is, zijn de beweegredenen: een expertsysteem ziet bij complexe vraagstukken minder over het hoofd, kennis blijft altijd aanwezig en meer werknemers krijgen bepaalde kennis tot hun beschikking (elk bankfiliaal een beleggingsexpert in huis, bijvoorbeeld). Juist vanwege de concurrentie blijkt trouwens dat het bedrijfsleven niet graag in de openbaarheid treedt met AI-activiteiten.

Geen gek figuur

Nederland blijkt op het gebied van expertsystemen in internationaal verband geen gek figuur te slaan. Ook al is het AI-wereldje (nog) klein, leveranciers en universiteiten zitten niet stil. David Brée, Engels hoogleraar in de cognitieve wetenschappen aan de Erasmus Universiteit van Rotterdam: "Het mag zo geweest zijn dat hier

in de zeventiger jaren minder is gedaan dan gedaan had moeten worden, in de tachtiger jaren is dit zeker niet langer het geval." De situatie is volgens hem compleet veranderd sinds drie jaar geleden een groep academici een rapport over kunstmatige intelligentie op het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen afleverde. Het Stimuleringsplan Informatica maakte vervolgens de financiële ruimte vrij.

Zodoende verrichten naast de EUR vooral de Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit (met de enige AI-zetel in Nederland) en de Katholieke Universiteit van Nijmegen belangrijk werk op het gebied van de kunstmatige intelligentie. Ook wordt geld opzij gelegd voor concrete bedrijfstoe-passingen. Te noemen valt het ARE-project in de regio Nijmegen. Het ARE, een samenwerkingsverband van tien gemeenten, heeft van Economische Zaken een subsidie gekregen om bij twee bedrijven een expertsysteem op te zetten waarmee storin-

gen in apparatuur kunnen worden opgespoord. Digital Equipment verleent hieraan medewerking in de vorm van achttien maanden. De Nederlandse vestiging van het Amerikaanse bedrijf hoopt op deze manier soortgelijke expertsystemen intern te kunnen gaan gebruiken.

De vermaardheid van Van Lith's produkt Acquaint zegt niet alles over de Nederlandse situatie, maar geeft in ieder geval aan dat hier ontwikkelingen plaatsvinden die in het buitenland worden gewaardeerd. Acquaint wordt bijvoorbeeld gebruikt op het Dartmouth College in de VS, dezelfde plaats waar in 1956 het begrip Artificial Intelligence zijn oorsprong vond (en trouwens ook waar indertijd BASIC werd ontwikkeld).

Van Lith is dan ook, samen met Erik Esmeijer van de EUR, de man met de langste staat van dienst op het gebied van expertsystemen in Nederland en houdt zich al sinds 1976 bezig met AI. Hij spreekt wat

Acquaint betreft van een "uit de hand gelopen hobby". Met zijn produkt wordt momenteel wereldwijd geëxperimenteerd bij ruim veertig organisaties. Esmeijer studeerde in de zeventiger jaren in de AI-richting en is nu directeur van de Stichting Artificial Intelligence Technology Transfer Benelux.

Veel advies

Net als Bolesian Systems Europe en andere inmiddels opgerichte AI-bedrijven, doen Lithp Systems en de stichting aan 'consultancy': bij de aanschaf en tijdens de opbouw van een expertsysteem krijgt de koper de nodige adviezen en actieve hulp.

Tevens verzorgen de AI-bedrijven cursussen, vooral over de manier waarop een informaticus het beste kennis aan experts kan 'onttrekken' om deze in een systeem onder te brengen: knowledge engineering oftewel kennisverwerking. De stichting van Esmeijer verkoopt zelfs helemaal geen

Oliewinning is een van de gebieden waarin expertsystemen al langere tijd worden toegepast. Het is dan ook nauwelijks verwonderlijk dat een bedrijf als Shell beschikt over een uitgebreide afdeling op het gebied van kunstmatige intelligentie.



Foto: Norwegian Contractors/Export Council of Norway

Nederlandse software in de Verenigde Staten

produkten en begeleidt louter op contractbasis. Dit gebeurt door inschakeling van Van Lith en medewerkers van de EUR, de KU Nijmegen, de UvA en de VU.

Alle andere initiatieven op dit vlak zijn van latere datum en hooguit twee jaar oud. Te noemen vallen met name Tido Data Systems in Zeist en Bolesian Systems Europe in Helmond. BSE heeft het grootste pakket aan ontwikkelhulpmiddelen op het gebied van expertsystemen (met name talen en shells), 14 produkten in totaal. Toch legt ook commercieel directeur Leen Zevenbergen de nadruk op consultancy en, vooral, kennisverwerking. "Wij stellen ons de situatie voor dat een van onze mensen als kennisingenieur in het bedrijf zijn interviews houdt en dat vervolgens bij ons in een expertsysteem verwerkt. Zodoende kan gebruik worden gemaakt van alle in ons bedrijf aanwezige ervaring."

In samenwerking met Comdes Informatica Opleidingen uit Den Bosch geeft BSE bovendien een negental cursussen, onder andere Knowledge Engineering, Prolog, LISP, Xi en Personal Consultant (waarvan de laatste twee shells zijn). Ruud Lubbers mocht in april de opening van het 'Centre of Intelligence' verrichten. Zevenbergen: "Zelfs Amerikanen hadden nog niet eerder

I/O OPTIES VOOR UW LAB-COMPUTER

Van 1 tot 31.744 analoge en digitale I/O poorten in elke gewenste samenstelling om aan uw lab automatiseringswensen tegemoet te komen.



Burr-Brown biedt een uitgebreide en nog groeiende keuze aan hardware en software om uw Personal Computer te voorzien van I/O poorten en speciale mogelijkheden nu én in de toekomst.

PCI-20000-plug-in modulariteit:

De PCI-20000 is een opwindende nieuwe generatie in instrumentatie componenten voor de IBM en bus-compatibele PC's; hiermee kan men klein beginnen. Plug-in kaarten en aansluitpanelen hoeven slechts te worden toegevoegd naar behoefte en men hoeft dus niet voor overbodige I/O poorten te betalen. Basiskaarten worden direct in de uitbreidingssleuven van de PC gestoken en voorzien in de voeding, communicatie, draagconstructies, en, naar keuze, in digitale I/O capaciteit. Veelzijdige instrumentatie modules kunnen in de basiskaarten worden gestoken en verrichten functies van data-acquisitie, testen, meten en besturen.

Voor de middelgrote- en netwerk systemen: de PCI3002/3003:

Kompakte, onafhankelijk werkende eenheden, met eigen microcomputer, 16 analoge ingangskanalen, 16 digitale poorten, aansluitpaneel, en optionele analoge uitgangen, tellers en klok.



Kies voor grote systemen de PCI-3001:

Max. 31.744 kanalen, met 'intelligente' centrale eenheid, ter verlichting van de hoofdcomputer; standaardbehuizingen en unieke industriële aansluitpanelen kunnen worden toegevoegd om aan elke wens te voldoen.

Communicaties met de hoofdcomputer via een RS-232 of RS-422, of optioneel een IEEE-488 interface. Max. 31 standaardbehuizingen kunnen tegelijkertijd op de RS-422 lijn worden aangesloten.

Uitgebreide software support:

O.m. BASIC, C, Pascal, ASYST, en LabTech Notebook.

Voor meer informatie: stuur een briefje of bel naar



**putting technology
to work for you**

Burr-Brown International B.V.
Postbus 7735, 1117 ZL Schiphol
Tel. 020-47 05 90, Telex 13024
Fax 020-47 03 57

kennis gemaakt met zo'n breed aanbod van cursussen onder één dak."

Teleurstellingen

Komt Nederland internationaal aardig mee en loopt het op het Europese continent zelfs in de voorste gelederen (Van Lith weet slechts van één Franse shell, Savoir, die ook op de internationale markt wordt aangeboden), dat wil nog niet zeggen dat er veel concrete resultaten zijn geboekt. Integendeel, de bedrijven die met expertsystemen bezig zijn, zitten vrijwel allemaal in de experimenteerfase en zien hier en daar hun enthousiasme afgeremd. DAF bijvoorbeeld noemt de testresultaten van diverse pakketten ronduit teleurstellend. De algemene klacht is dat het vergaren van kennis die geschikt is voor het expertsysteem veel tijd vergt, waarbij veel impliciet aanwezige kennis stap voor stap expliciet moet worden gemaakt. Daarnaast leert een expertsysteem niet automatisch bij, in tegenstelling tot de mens, en blijkt het een organisatorische klus de kennis, wanneer nodig, bij te werken. Om expertsystemen toepasbaar te maken is bovendien vaak de hulp van een LISP- of Prolog-programmeur nodig, dun gezaaide mensen in Nederland.

Zonder dergelijke programmatische aanvullingen ervaren de meeste bedrijven een shell als een keurslijf. Peter van der Pas van Shell Research in Rijswijk, dat met ook met verschillende shells heeft geëxperimenteerd: "De goedkopere shells hebben een aantal beperkingen. Dat kan te maken hebben met de onmogelijkheid om aanpassingen door te voeren, hoe simpel ook. Is voor de toekenning van een hypotheek bijvoorbeeld een factor 4 van het jaarsalaris van belang, dan zou het zeer gebruiksonvriendelijk zijn wanneer het zou vragen naar het jaarsalaris maal 4. Dat rekenwerk moet een programmadeel uit handen kunnen nemen."

"Maar de flexibiliteit van de duurdere shells gaat verder. Neem interactieve, grafische toepassingen. Na opgave van je probleem, moet in een elektrisch schema bijvoorbeeld een weerstand kunnen gaan knippen met het verzoek de meetwaarde ervan na te gaan. Klopt die meetwaarde niet, dan kan een verband worden gelegd met een mogelijk falende component, ook weer grafisch. Het trekken van conclusies uit tekeningen – zoals ook het onderzoek van bodemdoorsneden op aanwezigheid van olie of gas – is met een normale shell niet te doen", aldus van der Pas. De in Rijswijk gebruikte software kost dan ook geen 4000 gulden, een aardige prijsbenadering

voor de goedkopere shells, maar ongeveer twee ton.

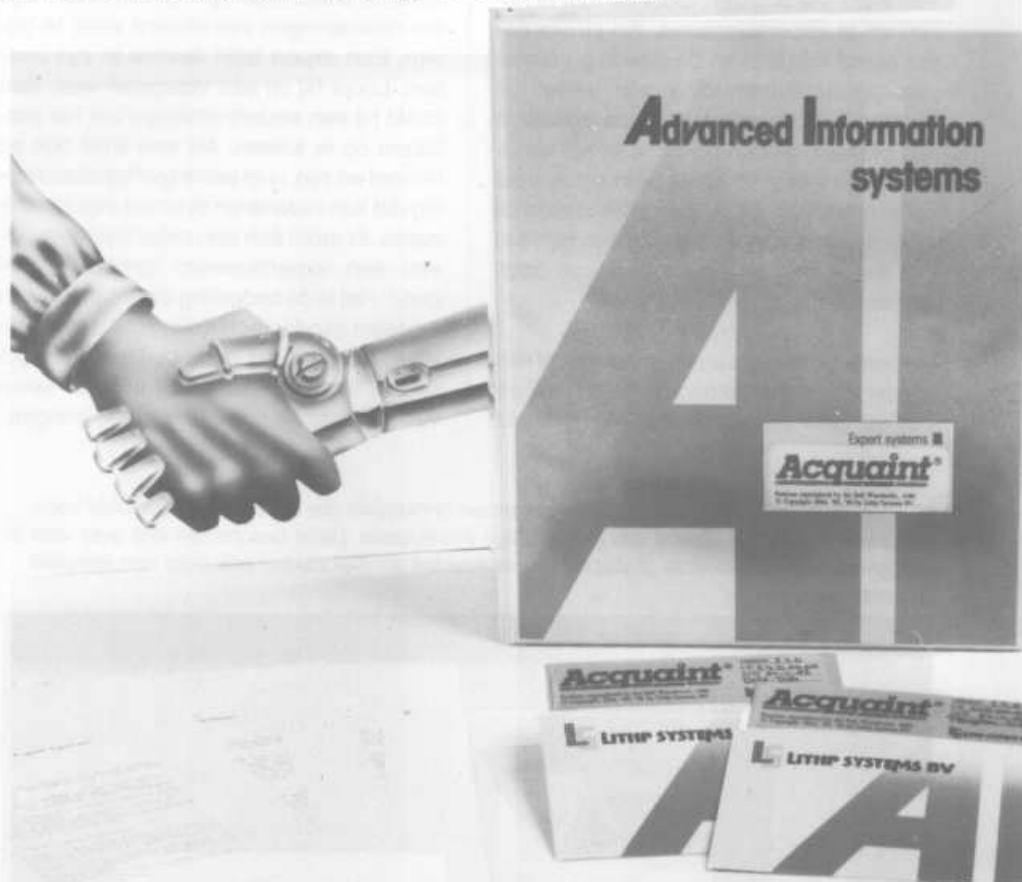
Experiment

Van der Pas is het evenwel met Zevenbergen eens, dat de goedkopere shells een goede indicatie geven wat een expertsysteem nu precies is en hoe het werkt. Verreweg de meeste van de ruim honderd bedrijven experimenteren met dergelijke goedkope shells en doen er in de ogen van Van der Pas en Zevenbergen goed aan om dergelijke hulpmiddelen te zien als experiment en er niet al te veel van te verwachten. Ook Peter van Lith is trouwens deze mening toegedaan en brengt de bescheidenheid op om zijn produkt 'Acquaint' (kennismaking) te noemen. En dat ondanks het feit dat Acquaint behalve over geavanceerde vensterfaciliteiten (een bepaald venster kan bijvoorbeeld verklaren waarom een of

andere conclusie is getrokken) ook over mogelijkheden beschikt om het redeneermechanisme met eigen programma's in LISP aan te vullen.

Zevenbergen: "Ook al is een shell niet helemaal ideaal en erga je het misschien als kinderspel, toch is het raadzaam met expertsystemen te beginnen. Soms heb ik het idee dat ik mensen over de streep moet trekken wanneer ze tussen de verschillende shells twijfelen en vervolgens bedenken of ze überhaupt wel aan een expertsysteem moeten beginnen. Op dat moment maakt het mij niet uit wat voor shell ze kiezen, als ze maar iets gaan doen met expertsystemen. De voordelen zijn altijd groter dan de nadelen en vóór het geval het niet werkt, heb je toch veel ervaring met kunstmatige intelligentie opgedaan die anders niet of moeilijk te verkrijgen is." Ze-

Omdat de term Artificial Intelligence te hoog gespannen verwachtingen zou wekken, vertaalt Peter van Lith de afkorting 'AI' liever met 'Advanced Information'.



Expertsysteem "kinderspel"

venbergen illustreert zijn verhaal met een bedrijf dat twaalf keer de shell Xi bij BSE kocht. Het personeel kreeg vervolgens de beschikking over deze software. "Het is ongelooflijk wat dan voor ideeën loskomen

waar je allemaal een expertsysteem voor zou kunnen gebruiken", aldus Zevenbergen.

Geloofd Erik Esmeijer dat de organisatorische weerstanden (Waaraan lever ik me over? Word ik misschien overbodig?) nog het grootste – zij het overkomelijke – obstakel vormen bij de invoering van expert-systemen, Leen Zevenbergen vangt andere geluiden op. "Bij onze cursussen proef je het enthousiasme en wordt de waas rondom het fenomeen weggenomen. Wel denk ik dat de beslissing om iets met expertsystemen te doen in individuele gevallen langer op zich zal laten wachten dan in de VS, waar de acceptatiegraad van AI-produkten hoger ligt. Het gaat uiteindelijk om een beleidsbeslissing aan de top, niet om de koop van een spreadsheet binnen de begroting van een bepaalde afdeling."

Oogsten

Wie zaait, zal oogsten. Door nu aan te haken en te experimenteren, zal straks geproefteerd worden van de steeds gunstiger prijs-/prestatieverhouding van zowel de hardware als de software. Deze ontwikkeling behoeft, gezien de trend in het verleden, geen twijfel en iedereen in het AI-veld onderschrijft dit. De AI-bedrijfjes stellen bij de ontwikkeling van de produkten hun beleid hierop ook af. De universiteiten doen dat eveneens.

De perfectionering van de software zal niet zozeer de inferentiemachine betreffen als wel de gebruikersinterface. Nu al wordt

doorgaans 60 procent van de ontwikkeltijd van een shell besteed aan een het zorgen voor een zo natuurlijk mogelijke communicatie met de gebruiker, in dit verband veelal aangeduid als 'kenniszoeker'. Acquaint werkt met vensters en menu's. Xi genereert automatisch menu's na de invoer van de verschillende kennisdomeinen, zodat bepaalde delen van de kennisbank niet hoeven te worden geraadpleegd. Acquaint lost dit weer op door een formulier op het scherm te brengen voor invoer van gegevens die het mogelijk maken bepaalde vragen van het systeem over te slaan.

Het werk op dit gebied gaat evenwel verder – ook in Nederland. Shell Research is met een eigen AI-groep al vrij ver op dit gebied.

De Vakgroep Sociaal Wetenschappelijke Informatica van de UvA werkt, zoals onderzoeker Joost Breuker het uitdrukt, "aan een expertsysteem boven een expertsysteem". Breuker: "Gebleken is dat de bestaande shells eigenlijk niet toereikend zijn om redeneringen van experts weer te geven. Een expert blijkt flexibel in zijn denken. Loopt hij op een vraagstuk vast, dan zoekt hij een andere strategie om het probleem op te lossen. Als een shell ook zo flexibel wil zijn, is er een expertsysteem nodig dat kan redeneren over het eigen redeneren. Er moet dan een expertsysteem boven een expertsysteem gebouwd worden." Het is de bedoeling dat daarmee een systeem minder rechtlijnig, en dus vriendelijker, wordt in het gebruik. De natuurlijke spraak lijkt het eindstation in deze keten van bereikte en potentiële verbeteringen.

Gebruiksonvriendelijk

De huidige shells onderscheiden zich vooral in gebruiks(on)vriendelijkheid. Hoewel er onderzoek plaatsvindt naar nieuwe manieren van redeneren (wat Nederland betreft naast Amsterdam vooral in Delft en Groningen), blijkt er aan het ALS-DAN-mechanisme tot nu toe weinig eer te behalen. Bovendien gaan 'backward reasoning' (terugredeneren) en programmatische aanpassing steeds meer tot het standaardpakket van een shell behoren. "Misschien een tikkeltje overdreven, maar je kunt zeggen dat de shells met de maand beter worden", aldus Leen Zevenbergen.

De hardware lijkt alleen een probleem te vormen wat de prijs aangaat. Een AI-werkstation moet beschikken over een groot werkgeheugen, een buitengewoon hoge resolutie en liefst een speciale processor. Zo heeft de Explorer van Texas Instruments een LISP-processor en voert daarmee LISP-instructies vele malen sneller uit dan PC's. De huidige AI-stations (naast TI onder andere van Tektronix, Xerox en Symbolics) kosten nog enkele tienduizenden guldens tot meer dan een ton. Ook hier is de verwachting echter dat het prestatieniveau van de PC over tien jaar in de buurt komt van dergelijke stations, zo niet hoger zal liggen. In de Verenigde Staten wordt het nu al, weliswaar na aanvankelijke schroom, steeds populairder om expert-systemen op micro's te draaien.

Gebrek aan specialisten

Tijdens de presentatie van Van Lith's Acquaint in mei dit jaar sprak professor Brée over het grote voordeel van een shell: het is niet meer nodig om de gebruikersinterface en het inferentiemechanisme zelf te ontwikkelen. "Vandaag de dag kunnen we zonder programmeerervaring een expertsysteem ontwikkelen met behulp van een shell. Dat is maar goed ook, want de vraag naar expertsystemen overtreft verre het aantal programmeurs dat deze expertsystemen zou kunnen maken."

Dit mag waar zijn, het tekort aan AI-informatici blijkt de grootste rem te vormen op de invoering van expertsystemen. Het gaat daarbij vooral om LISP- en Prolog-programmeurs die, Brée's woorden ten spijt, nodig zullen zijn bij het opzetten van de complexere expertsystemen. Maar ook aan kennisingenieurs is grote behoefte.

LISP en Prolog krijgen inmiddels op de universiteiten de nodige aandacht, terwijl de AI-bedrijfjes cursussen in beide programmeertalen geven. Deze cursussen duren tussen de drie en vijf dagen, maar Peter van Lith – zelf cursusaanbieder – laat blij-

Diverse computerfabrikanten hebben systemen ontworpen die speciaal zijn bedoeld voor toepassingen op het gebied van kunstmatige intelligentie. Deze beschikken alle over veel intern geheugen, uitgebreide grafische mogelijkheden en niet zelden ook over een speciale processor.



ken dat daarmee de leerperiode bepaald niet is afgesloten. "Voor je iemand echt hebt ingewijd in LISP, zodat hij of zij ingewikkelder vraagstukken aankan, ben je – denk ik – twee jaar verder", aldus Van Lith.



Peter van Lith: "Voordat je iemand echt hebt ingewijd in LISP, zodat hij of zij ingewikkelder vraagstukken aankan, ben je – denk ik – twee jaar verder."

Minstens even nijpend is het gebrek aan kennisingenieurs. Vaak aangeduid als intermediair tussen de expert en het expertsysteem, moeten deze kennistechnici de deskundige zijn expertise ontlokken en deze informatie formaliseren, dat wil zeggen: gebruiksklaar maken voor verwerking in een shell. Dit werk luistert heel nauw, vereist psychologische kennis en is bovenal zeer arbeidsintensief. Er zullen in de toekomst dan ook veel kennisingenieurs nodig zijn. Bedrijven als Lithp Systems en Bolesian Systems Europe zijn ook in dit gat van de markt gesprongen door KE-cursussen aan te bieden, eveneens van enkele dagen.

Deze cursussen lijken evenwel niet meer dan een handreiking. Dat blijkt niet alleen uit de woorden van Van Lith, maar ook uit de opstelling van BSE. Deze onderneming overweegt zeer duidelijk om van KE zijn handelswaar te maken en te fungeren als een soort uitzendbureau met ervaren kennisingenieurs. Daarbij zal het, aldus Zevenbergen, inderdaad een probleem zijn om de juiste mensen te vinden (overigens ook de reden dat een AI-project in het kader van het Europese stimuleringsprogramma Esprit voorlopig in de Helmondse koelkast blijft).

Mensenkennis

"Het liefst", aldus Van Lith, "werk ik met

Cursus hoogstens een begin

ervaren programmeurs of systeemanalisten. Deze mensen hebben niet alleen informaticakennis, maar zullen ook ervaring hebben opgedaan in de omgang met mensen. Het blijkt namelijk dat je een expert niet moet vragen hoe hij tot een bepaalde conclusie komt, maar dat je moet kijken hoe hij een gevolgtrekking maakt. Je bent een expert als je langer dan tien jaar in het vak zit. Maar als je zo lang met een bepaalde materie bezig bent weet je vaak niet meer hoe je tot je besluiten komt. Een expert geeft pas achteraf een plausibele verklaring. In feite denkt hij niet bij het nemen van beslissingen, hij weet simpelweg. Overigens zijn psychologen die informaticakennis hebben vaak ook goede knowledge engineers."

Kennisverwerking kost tijd. Hierover hoeven de potentiële gebruikers van expertsystemen zich geen illusies te maken. "Een verkoper van hardware en software die zegt: binnen drie dagen heeft u met uw shell een expertsysteem draaiende, doet aan kopersbedrog", aldus Zevenbergen. "Wijzelf gaan er vanuit dat een halve dag

interviewen twee tot vier dagen uitwerken betekent. Het gaat niet aan alleen de nadruk te leggen op de hardware en/of software, want dat is niet het volledige plaatje." Van Lith: "Ik heb wel eens gehoord van een produktie van 1000 regels per week. Over wat voor regels ze het dan hebben, weet ik niet, maar het is iets anders dan wij doen. Maar natuurlijk zijn er kennisgebieden die vrij gemakkelijk onder te brengen zijn in een expertsysteem. Ik denk bijvoorbeeld aan de regels voor huursubsidie. Daaraan hoeft een kennisingenieur verder weinig te doen." Van Lith beschouwt de produktie van één regel per dag als normaal.

Erik Esmeijer waarschuwt in dit verband voor "klungelaars" die uit de groeiende interesse voor expertsystemen een slaatje zullen slaan. Dat de gerenommeerde softwarehuizen op AI-gebied nog niet veel doen, heeft volgens Zevenbergen te maken met het feit dat al het andere werk de volledige aandacht opeist.

In één

Naast praktische redenen zal het gebrek aan kennisingenieurs – overigens in het AI-mekka Verenigde Staten een even groot probleem – er toe leiden dat steeds meer 'gepulde' shells zullen worden verkocht. De eerste tekenen daarvan zijn zowel in binnen- als buitenland al zichtbaar. Terwijl in de VS autoverkopers al van der-

Een werkstation van Xerox met Eurohelp, een programma dat de gebruiker van standaardsoftware moet bijstaan in het gebruik. "Vragen beantwoorden, fouten herstellen, nieuwe dingen leren enzovoort, afgestemd op het niveau van de gebruiker. Een toekomst zonder documentatie, cursussen en adviezen", aldus een citaat uit het persbericht in het kader van dit Esprit-project. Momenteel wordt, behalve in Denemarken en Groot-Brittannië, ook in Amsterdam en Purmerend aan de ontwikkeling van Eurohelp gewerkt.



KOMPONENTEN VOOR EEN SUKSESVOLLE START



Manudax is al meer dan 15 jaar een van de meest vooraanstaande bedrijven op het gebied van elektronica. Dankzij de combinatie van vooraanstaande vertegenwoordigingen en brede, eigen expertise kan Manudax u een volledig pakket oplossingen bieden voor het opbouwen van uw eigen configuratie. Uiteraard kunt u ten volle profiteren van alle kennis die binnen Manudax aanwezig is. Onze service en begeleiding is spreekwoordelijk, onze technische mensen staan u met raad en daad terzijde.

Bij de produktlijnen die we vertegenwoordigen vindt u o.a.:

Printservice. Met de printservice van Manudax worden uw printen snel en met een maximum aan kwaliteit geproduceerd. We vertegenwoordigen Thomson Frankrijk met multi-layer printen tot max. 28 layers (eventueel met star-flex) en Way-out met dubbellaag printen, elektrisch getest, met 4 x 24 uren prototype-service.

ASTEC voedingen (uiteraard met VDE-keur) zijn de beste geschakelde voedingen die u kunt kopen, vervaardigd op basis van jarenlange ervaring en voortdu-

rende, intensieve research. Ideaal voor 'n jarenlange, betrouwbare toepassing in computers, monitoren en disk drives. Voor iedere toepassing is de juiste voeding te selecteren, meer dan 50 voedingen worden uit voorraad geleverd.

Lattice componenten. Een lijn componenten voor de meest veeleisende toepassingen. In het programma vindt u o.a. High Speed CMOS RAM's, EEPROM's en EEPAL's.

Kristallen en oscillatoren uit voorraad. In ons leveringsprogramma vindt u een complete serie kristallen en oscillatoren. Geselecteerd op betrouwbaarheid, kwaliteit en prijs. Een groot aantal kristallen en kristal-oscillatoren zijn uit voorraad leverbaar: microprocessor kristallen tussen 1 en 20 MHz, kristal-oscillatoren tussen 1 en 32 MHz. Naast deze uit voorraad leverbare componenten vindt u in ons programma nog een serie speciale kristallen, zoals oven-gecontroleerde, spanningsgestuurde en temperatuur-gecompenseerde oscillatoren.

OKW behuizingen. In het programma OKW kunststof behuizingen vindt u o.a. vlakke behuizingen, regelkasten, meet-behuizingen, lessenaarkasten en wand-

kasten. Daarnaast ook een gestandaardiseerde serie voor 19"-inbouw.

Ritel knoppen. De finishing touch van uw applicatie, een bijzonder uitgebreid programma met tal van knoppen in grote verscheidenheid aan uitvoeringen.

Uiteraard is dit slechts een gedeelte van het programma dat we leveren, maar we geven u de verzekering dat we voor alle problemen een bevredigende oplossing kunnen bieden. Onze technische adviseurs geven u graag alle gewenste inlichtingen over het totale programma. 'n Telefoontje naar onze Components Division is voldoende.

Manudax

postbus 25, 5473 ZG
Heeswijk-Dinther, Holland
Components Division, tel. 04939-8895,
telex 74819, facsimile 04139-1009 (aut).

Slimme onderwijssystemen

gelijke compleet geleverde expertsystemen gebruik maken, wordt voor de Nederlandse tuinbouw eveneens een gebruiksklaar expertsysteem ontwikkeld.

Peter van Lith zegt zich te kunnen voorstellen dat er bedrijven ontstaan die zich specialiseren in de verkoop van kant-en-klare expertsystemen op een bepaald gebied, zoals accountancy. Voor de koper ontstaat dan het wezenlijke voordeel dat hij de vertaalslag van expert naar expertsysteem niet hoeft te maken. Tegelijk zullen 'lege' shells populair blijven omdat de expertise soms zo bedrijfseigen is dat daar geen standaardpakket voor is of zal komen.

Een treffend voorbeeld in de richting van een compleet expertsysteem is te vinden bij Courseware Europe in Purmerend. Dit bedrijf richt zich op bedrijfsopleidingen, maar wil zich ook ontwikkelen op het gebied van kunstmatige intelligentie. In het kader van Esprit werd een subsidie verkregen om gebruiksvriendelijke interfaces rond bestaande software te bouwen. Met de zodoende verkregen kennis wil Courseware Europe zich in de wat verdere toekomst toeleggen op zogenaamde slimme onderwijssystemen.

John van der Baaren van CE: "Het huidige werk bestaat uit het ontwikkelen van interactieve software die iemand begeleidt bij het gebruik van een bestaand standaard-

pakket, zoals een tekstverwerker. Loopt de gebruiker vast, dan zorgt deze interface voor de op dat moment van belang zijnde informatie. De interface bouwt zich langzamerhand een beeld op van het kennen en kunnen van de gebruiker, zodat het programma geoefende gebruikers op een andere manier kan benaderen dan beginners. Dit beschouwen we als een mooie voorbereiding op slimme onderwijssystemen, waarbij het de bedoeling is een individuele onderwijsgever te creëren, die voortdurend adaptief gedrag vertoont." Het project, Eurohelp, slokt ongeveer 20% van de CE-arbeidsuren op. Vijf mensen werken continu aan het project, uitgerust met twee Xerox-stations die draaien onder het LISP-dialect Interlisp. CE gokt bij de ontwikkeling in slimme onderwijssystemen op de straks beschikbare grotere PC-werkgeheugens.

Maatschappelijke gevolgen

Erik Esmeijer van de Stichting Artificial Intelligence en Peter van Lith van Lithp Systems geloven dat de invoering van expertsystemen grote maatschappelijke gevolgen met zich mee zal brengen.

Esmeijer is het meest uitgesproken. Hij denkt dat vooral het middenkader het slachtoffer zal worden van deze nieuwe vorm van automatisering. De informerende en raadgevende functie die die groep heeft ten opzichte van de leiding zou een expertsysteem vrij gemakkelijk kunnen overnemen, zeker wanneer de meest actuele gegevens via een bestand worden aangeleverd. Esmeijer: "Ik denk dat je de komende twintig jaar inderdaad een opzienbarende

verschuiving zult zien. Maar in de vervanging van experts geloof ik niet zo. Je moet een deskundige zijn om een expertsysteem te raadplegen. De complexiteit van een expertsysteem vereist veel begrip van de gebruiker. Daarom denk ik ook niet dat in de toekomst de lager geschoolden het werk van hoger geschoolden kunnen doen, hoewel ik ernaast kan zitten."

Van Lith beaamt dat je iets van de materie moet weten om een expertsysteem te kunnen raadplegen, maar volgens hem hoeft je daarvoor niet altijd expert te zijn: als er al een zekere mate van begripsvorming bij de gebruiker is, kom je al een heel eind. "Neem een expertsysteem dat een huisarts adviseert. De huisarts kan zo op gezichtspunten komen waaraan hij anders nooit zou hebben gedacht." Ook hij gelooft niet in vervanging van experts, eerder zal een expertsysteem bevindingen van een expert kunnen verifiëren, wat leidt tot een betere afweging van een conclusie.

Hans Appel van Wang maakte tijdens een seminar over expertsystemen (gehouden in februari van dit jaar) de volgende driedeling: het systeem is een assistent voor routinematig werk, een collega waaraan men zich kan toetsen of een expert waarop men 100 procent vertrouwt. Per geval zal de invalshoek verschillen. Het expertsysteem kan dat trouwens ook zelf aangeven door met zekerheidspercentages te werken. Een fictief voorbeeld: ALS de patiënt aanvallen heeft van een beklemd gevoel EN de aanval ontstaat na inspanning EN de symptomen verdwijnen bij rust DAN heeft de patiënt angina pectoris (0,6).

Voor uitgeverijen en onderwijsinstellingen ziet Van Lith de grootste veranderingen in het verschieft. "Je kunt je afvragen wat de plaats van cursussen en boeken in de samenleving wordt wanneer de expertsystemen populair worden. Bovendien, wat zullen de gevolgen zijn voor ons onderwijsniveau? Dat niveau zou wel eens danig kunnen stijgen, vergelijkbaar met wat er gebeurd is toen middelbaar onderwijs voor bredere groepen bereikbaar werd. Tegen die tijd zullen expertsystemen trouwens als zeer vanzelfsprekend worden ervaren omdat ze net als normale software werken met een actie/reactie-cyclus. Wie zullen het dan nog over expertsystemen hebben? Alleen de kenners, denk ik."

John van der Baaren van Courseware Europe: "...op weg naar slimme onderwijssystemen..."



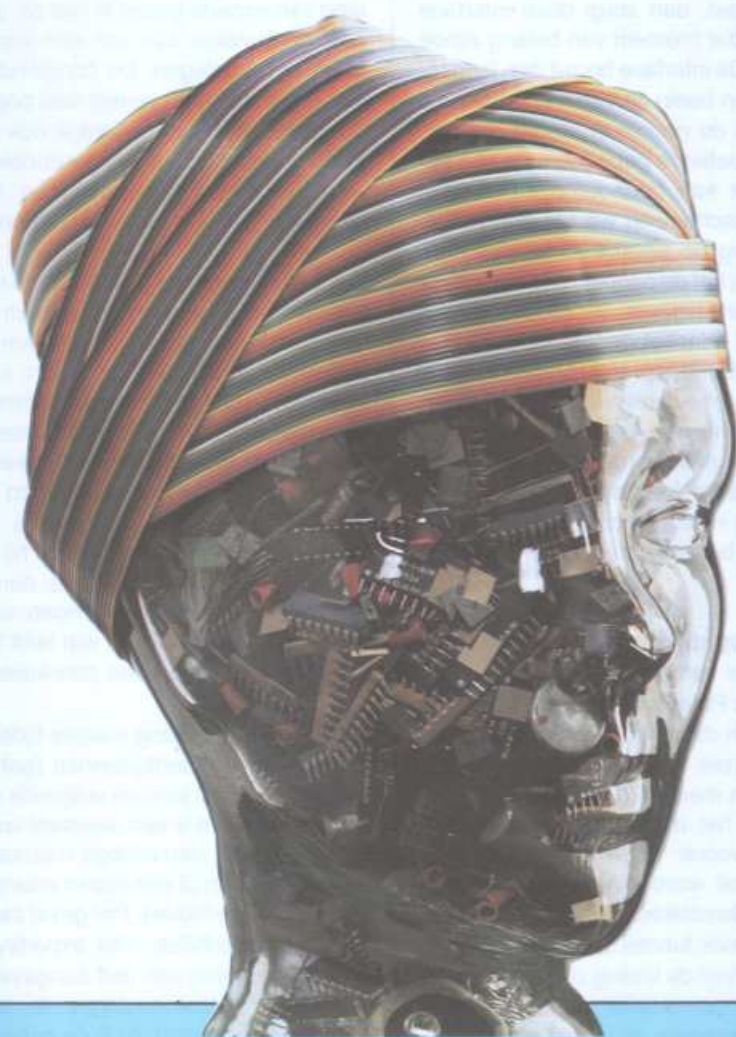


Foto: Digital Equipment BV, Utrecht

Kennis en tijd

Het ontstaan van een expertsysteem

In dit artikel behandelen we het ontstaan van een expertsysteem in de praktijk. Dat gebeurt aan de hand van de verschillende fasen waaruit het proces bestaat. Daarbij zullen punten zoals het eigenlijke ontstaan van een expertsysteem en het vergaren van de kennis aan bod komen. Verder gaan we in op de bijzondere problematiek van expertsystemen, wat het toepassen ervan zo verschillend maakt van het gebruik van conventionele softwaresystemen.

Het bouwen van een expertsysteem is een langdurig en intensief proces dat – in tegenstelling tot veel andere vormen van software – pas echt goed begint als een pakket is aangeschaft. Voor de ontwikkeling ervan zijn meerdere mensen nodig en het kan jaren duren voordat van een volledig werkend en in het bedrijf geïntegreerd expertsysteem sprake is. Aan de andere kant zullen de eerste resultaten minder lang op zich laten wachten en ook zal de ontwikkeling leiden tot ervaring in kunstmatige intelligentie, iets wat ook op andere gebieden nuttig kan zijn.

In het algemeen bestaat het proces uit een aantal fasen, zoals weergegeven in tabel 1. De ontwikkeling begint met het vinden van een geschikt toepassingsgebied voor het expertsysteem.

Vinden van toepassingsgebied

De overgang van het werken met traditionele software naar een expertsysteem begint met de constatering dat een bepaald probleem efficiënter met behulp van een expertsysteem op te lossen is dan met een conventionele software-applicatie. Een van de meest kenmerkende aspecten van een expertsysteem is de investering in geld die nodig is voor het maken van een praktische applicatie. Er zijn legio gebieden waar een conventionele oplossing veel goedkoper is dan een expertsysteem maar minstens zo efficiënt werkt. Dus voor commerciële expertsystemen geldt hetzelfde als voor alle investeringen: het rendement moet zo groot zijn dat de investering verantwoord is. Uit de praktijk blijkt dat een aantal geschikte toepassingsgebieden voor expertsystemen valt aan te wijzen, zoals:

- Diagnostiek, bijvoorbeeld in de geneeskunde of het foutzoeken in een mechanisch of elektrisch systeem.
- Analyse van informatie. Het analyseren van meetgegevens van een massaspectrometer is een bekend voorbeeld.
- Procesbesturing. Mogelijke toepassingen zijn bijvoorbeeld het besturen en controleren van de gang van zaken in een chemische fabriek of een kerncentrale.
- Voorspellen van trends. Expertsystemen kunnen bepaalde ontwikkelingen herkennen en daaruit een trend distilleren, bijvoorbeeld in de economie.
- CAD. Een aantal fasen bij het ontwerp van bijvoorbeeld elektronische circuits of 3D-tekeningen zijn geschikt voor overname of ondersteuning door expertsystemen.
- Interpretatie van complexe regels. Een

fase 1	Het vinden van een geschikt toepassingsgebied
fase 2	De ontwikkeling van het eigenlijke expertsysteem
fase 3	Het ontwikkelen van een kennisbank
fase 4	Validatie van het expertsysteem
fase 5	Acceptatie door de eindgebruikers
fase 6	Onderhoud van het expertsysteem en de opgeslagen kennis

Tabel 1. De zes fasen waarin het ontstaan van een expertsysteem is onder te brengen. Hoewel er een zekere overlap tussen de verschillende fasen is, zal het hele proces jaren in beslag nemen.

geschikte toepassing is bijvoorbeeld de belastingwetgeving.

- Interpretatie van complexe gegevens. In gebieden als de meteorologie en de oliewinning wordt vaak gebruik gemaakt van expertsystemen.

Als een geschikt toepassingsgebied is gelokaliseerd dan kan het eigenlijke werk van start gaan. Laten we er van uit gaan dat er een opdrachtgever is waarvoor we een expertsysteem moeten ontwikkelen. De volgende fase is dan de ontwikkeling van het feitelijke expertsysteem.

Ontwikkeling

In principe komt het bouwen van een expertsysteem overeen met het ontwikkelen van een stuk software (met specifieke eigenaardigheden). Dit betekent dat de standaard ontwerpmethoden bij het gestructureerd ontwikkelen van software ook in dit geval van toepassing zijn. Om dat te kunnen doen is het nodig om eerst een ontwerpteam samen te stellen.

Het samenstellen van het ontwerpteam hangt samen met twee omstandigheden, namelijk hoeveel mensen er nodig zijn en welke disciplines in de groep moeten zijn vertegenwoordigd. Hiervoor is geen standaardoplossing aan te geven, de specifieke invulling is sterk gebonden aan het type expertsysteem. Factoren als het toepassingsgebied, de gewenste diepte en de eisen die de eindgebruiker stelt, spelen hierbij een rol. Vooral de grootte van de groep hangt daar sterk van af. Er zijn voorbeelden van zowel eenmansprojecten met een duidelijk afgebakende doelstelling als van uitgebreide teams waarbij ook allerlei randgebieden in het onderzoek worden betrokken.

Een andere factor die de grootte van het team bepaalt, is de snelheid waarmee het

expertsysteem tot stand moet komen. De verkorting van de ontwikkeltijd is daarbij niet evenredig met het aantal mensen. Op een bepaald moment zullen er verzadi-

gingsverschijnselen op gaan treden, waarna de ontwikkeling niet of nauwelijks sneller verloopt als er meer mensen mee bezig zijn.

Aan de andere kant is er ook een minimum aan het aantal vertegenwoordigde disciplines, al kan natuurlijk één persoon zijn gespecialiseerd in meerdere gebieden. Voor de ontwikkeling van een expertsysteem zijn binnen het ontwerpteam de volgende functies noodzakelijk:

- de kennisingenieur;
- de softwarespecialist;
- de domeinexpert.

Verskillende expertises

De kennisingenieur is de analyst die in eerste instantie de levensvatbaarheid van de toepassing bepaalt. Is die beoordeling positief en wil de opdrachtgever doorgaan met het project, dan ontwerpt de kennisingenieur de functionele specificatie van het

Voor het ontwikkelen van een prototype van een expertsysteem zullen in veel gevallen ook de huidige microcomputers voldoen. De keuze kan daarbij variëren van een PC tot een 32-bit workstation, afhankelijk van de gewenste reactiesnelheid.



Foto: Sun

als het om actieve componenten, semi-custom IC's of voedingen gaat ...



BIJ KONING EN HARTMAN ZIT U

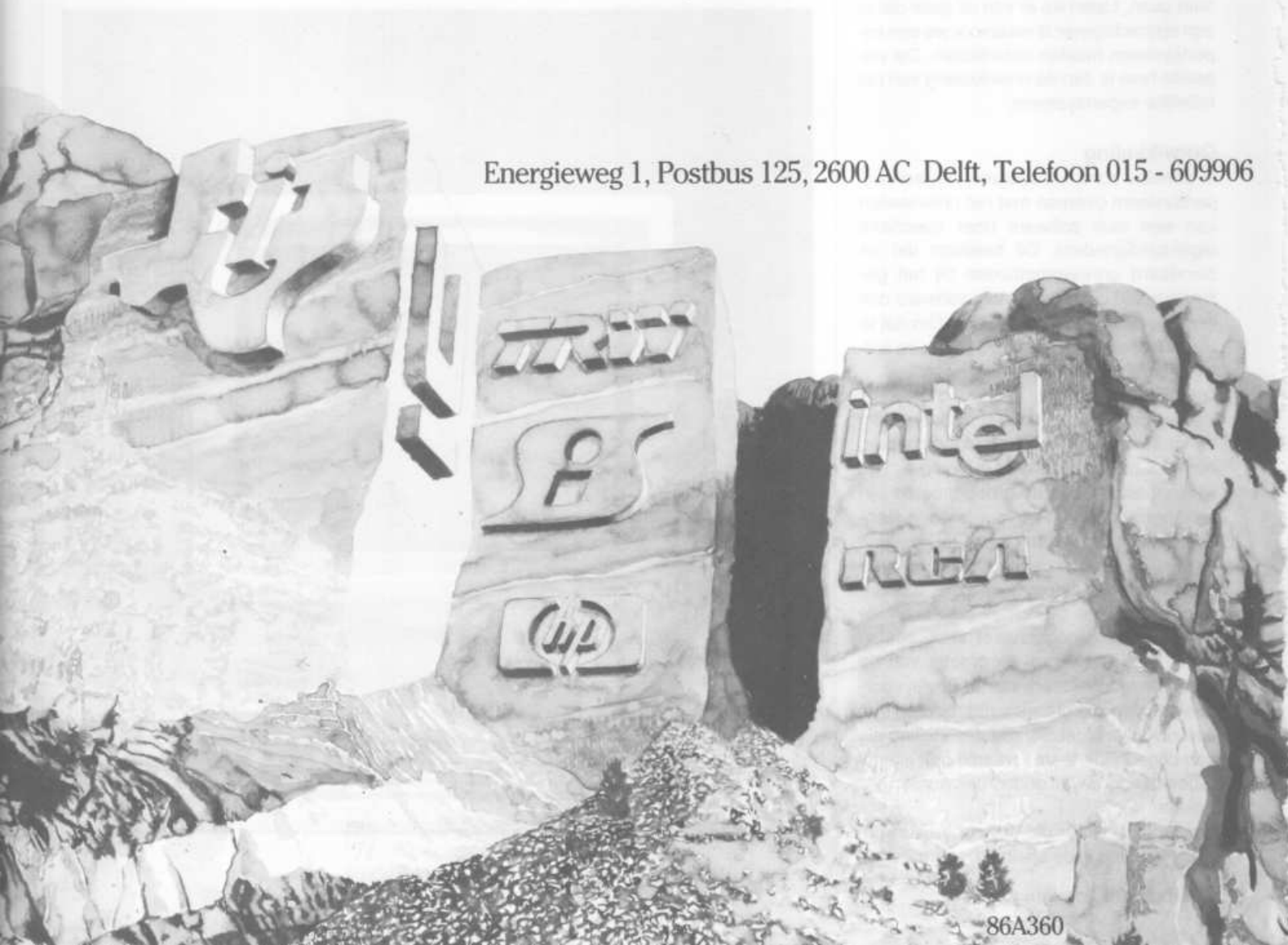
GEBEITELD

bel voor informatie rechtstreeks:

015-609895 : Intel
609896 : Texas Instruments
609897 : RCA
609898 : Opto-Elektronika

015-609898 : Motorregeling
609899 : Datakonversie
609899 : Voedingen

Energieweg 1, Postbus 125, 2600 AC Delft, Telefoon 015 - 609906



te bouwen expertsysteem. Tot die specificatie behoren de keuze van de oplossingsmethode zoals het inferentiemechanisme die zal gebruiken en de opslagtechniek voor het representeren van de kennis in de kennisbank. Ook zal hij of zij een omschrijving geven van de interface met de eindgebruiker.

Deze specificaties zijn voor de software-specialist het uitgangspunt bij de ontwikkeling van het expertsysteem. Dit is degene die de functionele specificatie omzet in een gedetailleerde softwarespecificatie. Aan de hand van dit gedetailleerde ontwerp ontstaat vervolgens een eerste prototype. Over het geheel genomen bepaalt de kennisingenieur de algemene strategie en de softwarespecialist bepaalt welke technieken de meest geschikt zijn. Natuurlijk bestaat er een sterke wisselwerking tussen de twee functies.

Daarnaast is er nog de domeinexpert. Dit is de persoon waar het hele project om draait. De kennis van deze specialist moet uiteindelijk in het expertsysteem komen. Via allerlei technieken, die verderop nog aan de orde komen, probeert de kennisingenieur de kennis van de domeinexpert vast te leggen en om te zetten in een vorm die geschikt is voor de kennisbank.

Het ontwerpteam bevat dus minimaal drie disciplines. Vaak vervullen verschillende individuen deze functies, maar er zijn ook voorbeelden bekend dat de kennisingenieur en de softwarespecialist een en dezelfde persoon zijn.

Het ontwerpteam heeft als taakstelling: ontwikkel via prototyping een expertsysteem dat aan alle eisen uit de functionele specificatie voldoet.

Het ontwikkelsysteem

Is het ontwikkelteam eenmaal samengesteld, dan is het nodig om de hardware te kiezen die bestemd is voor het ontwikkelen van de prototypen. De beste keus is een machine die compatibel is met het systeem waarop het uiteindelijke, operationele expertsysteem moet gaan draaien.

Tot voor kort waren voor het ontwikkelen van expertsystemen slechts minicomputers of mainframes beschikbaar. Door de snelle technische ontwikkelingen in de computerindustrie zijn echter ook de huidige microcomputers krachtig genoeg om te dienen als ontwikkelsysteem. De verwerkingscapaciteit van de micro's, en daarmee de reactiesnelheid van het expertsysteem, is op dit moment nog niet groot genoeg om ook de uiteindelijke toepassing te draaien. Als ontwikkelsysteem zijn ze echter zeer geschikt. Daarbij valt bijvoorbeeld

Veel experts maken één expertsysteem

te denken aan een IBM PC met 640 Kbyte RAM en een hard disk opslagcapaciteit van 10 à 20 Mbyte. Is echter een snellere respons van belang dan zijn 32-bit machines, zoals een Sun werkstation, ook zeer geschikt.

De software

Het team is samengesteld, de hardware uitgekozen. Dan blijft slechts de keuze van een software ontwikkelhulpmiddel over. Hier valt een keuze te maken uit twee principiële benaderingen:

- het gebruik van een shell-systeem;
- het gebruik van een ontwikkelomgeving.

Een shell-systeem is een expertsysteem met een lege kennisbank, maar verder voorzien van alle faciliteiten zoals inferentiemechanisme, gebruikersinterface en dergelijke.

Shell-systemen zijn vaak afgeleid van succesvolle expertsystemen, zoals Prospector en Mycin. Het gebruik van een geschikt shell-systeem heeft als grote voordeel dat de meeste inspanning naar de ontwikkeling van de kennisbank gaat. Er kan zich hierbij echter een probleem voordoen dat fundamenteel van aard is. Het te ontwikkelen expertsysteem moet namelijk overeenkomst vertonen met toepassingen waarvoor het gekozen shell-systeem ontwikkeld is. De meeste commercieel verkrijgbare shell-systemen zijn namelijk niet of nauwelijks te wijzigen.

Het alternatief is het gebruik van een ontwikkelomgeving. Momenteel zijn er vele verkrijgbaar, waaronder veel systemen met programmeertalen als Prolog of LISP als basis, die ter ondersteuning van de ontwikkeling zijn voorzien van allerlei extra hulpprogramma's. Een ontwikkelomgeving biedt de mogelijkheid om zeer flexibel te werken. Dergelijke hulpmiddelen zijn zeer geschikt om met de symbolische informatie van expertsystemen te werken en bevatten daarnaast vaak rudimentaire inferentiemechanismen en gebruikersfaciliteiten. De keuze van een dergelijk ontwikkelsysteem betekent wel meer werk dan wanneer een shell-systeem zou zijn genomen.

Op dit moment blijkt binnen het bedrijfsle-

ven de opvatting te bestaan dat ontwikkelomgevingen meer mogelijkheden bieden dan de shell-systemen die momenteel op de markt zijn.

Geschatte tijdsduur

Als alle mensen en middelen bij elkaar zijn gebracht dan kan de volgende fase beginnen: de feitelijke ontwikkeling van het expertsysteem. Het is de bedoeling dat hieruit een eerste, operationeel prototype zal ontstaan.

Natuurlijk is het belangrijk de duur van deze fase af te schatten. Dat is echter een complexe zaak. Voor conventionele softwareprojecten is het al moeilijk de benodigde tijdsduur in te schatten, en in die gevallen gaat het om software die in principe statisch van karakter is (op correctieve wijzigingen na). Het ontwikkelen van een expertsysteem is niet alleen een softwareproject, maar beslaat ook tevens disciplines uit de kunstmatige intelligentie en de psychologie. Om de zaak extra ingewikkeld te maken heeft de software van een dergelijk systeem verder ook nog een dynamisch karakter: het systeem blijft groeien gedurende de jaren van gebruik.

Ondanks de genoemde problematiek is de volgende indicatieve indeling mogelijk, die geldt voor een redelijk grote toepassing (bijvoorbeeld een systeem dat de volledige capaciteit van een PC opeist):

Ongeveer twee à drie jaar na de start van het project is het eerste prototype operationeel. In deze periode vallen de fasen 1 en 2 uit tabel 1.

Gedurende de daaropvolgende jaren blijft het systeem groeien. In die tijd ontstaat de inhoud van de kennisbank. Ook zullen vrijwel altijd aanpassingen en aanvullingen nodig blijken. De reden daarvoor is dat de eerste prototypen zijn ontstaan in een gecontroleerde, experimentele omgeving. Bij de eerste operationele versies blijkt doorgaans dat er in de praktijk heel andere normen en eisen gelden, die nooit volledig in een laboratorium na te bootsen zijn. Tevens zullen bij het invullen van de kennisbank verdere wijzigingen noodzakelijk blijken. Ook deze periode duurt twee tot drie jaar en hierin vallen de fasen 3 en 4, en gedeeltelijk ook fase 5.

Na vijf tot tien jaar na de start van het pro-

Zaak van lange adem en diepe beurs

ject bereikt het expertsysteem een stabiele fase, waarin het volledig naar tevredenheid werkt. De fasen 5 en 6 spelen in deze periode een belangrijke rol

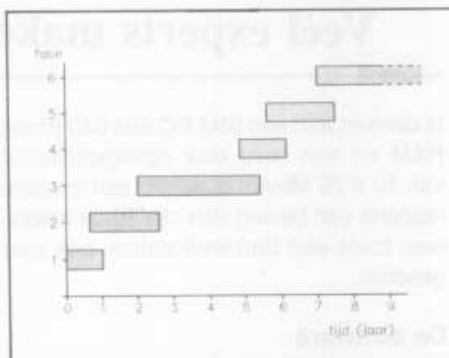
In figuur 1 staat schematisch het hele project met zijn diverse fasen en bijbehorende tijdsduur weergegeven.

De schatting voor de tijdsduur is een orde groter dan de periode die voor conventionele softwareprojecten gebruikelijk is. De conclusie is dan ook gerechtvaardigd dat het opzetten van een redelijk groot expertsysteem een kostbare geschiedenis is. Verder is het eerste rendement van dergelijke projecten pas zichtbaar nadat het eerste prototype operationeel wordt.

Ontwikkelen van de kennisbank

Het ontwikkelen van de kennisbank begint als een prototype van een expertsysteem beschikbaar is. Deze zal op dat moment een lege of bijna lege kennisbank hebben. Ook zal een van de drie gangbare representatievormen voor kennis of een combinatie daarvan zijn gekozen: semantisch netwerk, produktieregels of frames. Deze keuze heeft, samen met de functionele specificatie, voor een groot deel tevens de ontwikkeling van het inferentiemechanisme bepaald.

In deze fase van het project start de kennisingenieur met het vergaren van de domeinkennis voor de kennisbank. Daarvoor staan twee bronnen ter beschikking: de



Figuur 1. De verschillende fasen in het project, uitgezet tegen de tijd. Het gaat om een globale indicatie, de precieze ontwikkeling zal van de situatie afhangen. Zo kan soms het vullen van de kennisbank een langdurig en moeizaam karwei zijn, terwijl dit in een ander geval niet veel meer hoeft te zijn dan het omzetten van een aantal regels. Ook is de grootte van het ontwerp-team van invloed en bovendien kan de overlap tussen de fasen variëren. In alle gevallen houdt de laatste fase pas op wanneer het expertsysteem aan het eind van zijn levenscyclus is gekomen.

vakliteratuur op het betreffende expertisegebied en de menselijke experts.

Wat betreft vakliteratuur kan de kennisingenieur doorgaans kiezen uit verschillende vormen, zoals boeken, vaktijdschriften, opleidingen op diverse onderwijsinstellingen, cursusmateriaal, enzovoort. In deze vorm is de kennis het meest toegankelijk. Toch

komen reeds hier problemen aan het licht: de informatie is nog lang niet geschikt voor de kennisbank en een vertaalslag is noodzakelijk om de geschreven informatie om te zetten in de gekozen representatievorm van de kennisbank. Dit klinkt eenvoudig, maar zelfs het extraheren van de kennis uit een leerboek is een vrij langdurig proces. Meestal zijn er verschillende interpretaties van de geschreven tekst mogelijk en soms sluit de theorie absoluut niet bij de praktijk aan. Tevens komen allerlei tegenspraken en onzekerheden in de literatuur aan het licht.

Wil een expertsysteem de werkelijkheid zo goed mogelijk benaderen, dan moet dergelijke onzekere informatie ook aanwezig zijn, liefst voorzien van weegfactoren of percentages om de waarschijnlijkheid van de informatie weer te geven.

Daarmee houden de problemen echter niet op. Vaak blijkt, wanneer de kennisextractie eenmaal succesvol verloopt, bij de eerste pogingen om de geëxtraheerde kennis in de gewenste representatievorm om te zetten dat deze opslagtechniek tekortkomingen heeft. De eerste modificaties van het

Kennisverwerven: interpreteren completeren, en corrigeren

expertsysteem zijn dan noodzakelijk. Maar deze wijzigingen kunnen een domino-effect doen ontstaan: de aanpassingen van de representatievorm voor de kennisbank hebben rechtsstreeks gevolgen voor het inferentiemechanisme. Daardoor zijn ook daar wijzigingen noodzakelijk.

Heeft de kennisingenieur deze problematiek met succes opgelost, dan kan hij of zij aan de zwaarste klus beginnen: het vullen van het expertsysteem met kennis van menselijke experts.

Menselijke experts

Een tweede bron van kennis zijn de domeinexperts. Tijdens de ontwerpfasen is meestal meestal slechts een enkele domeinexpert in het ontwerp-team opgenomen. Zulke mensen zijn kostbaar en de opdrachtgever kan voor de continuïteit binnen het bedrijf niet te veel experts uit het dagelijks werk

De acceptatie van het expertsysteem hangt voor een deel af van de wijze waarop het systeem uitlegt hoe het tot een oplossing is gekomen. Er kunnen echter situaties zijn, bijvoorbeeld bij procesbesturing, waarin er geen tijd is om vooraf een bepaalde conclusie te beargumenteren.



Foto: Shell, Pernis

vrijmaken. Dit heeft rechtstreeks gevolgen voor het operationele prototype: alleen de kennis en opvattingen van deze ene expert zijn in het expertsysteem terug te vinden. Dat betekent in de praktijk dat de kennisingenieur nog heel wat experts af moet om het expertsysteem ook representatief te maken voor het specifieke kennisdomein. Verondersteld dat deze experts ook inderdaad beschikbaar zijn, dan is er keuze uit een aantal technieken om de kennis van deze personen vast te leggen. De meest gebruikte methoden zijn:

- het interview;
- de terugblik;
- de interrupttechniek;
- de registratie/conversatie;
- de simulatie;
- de gemengde techniek.

Bij het interview vertelt de expert wat hij of zij doet bij het oplossen van een probleem. Het nadeel van deze methode is dat zo alleen de technieken aan het licht komen waarvan de expert zich bewust is. Een groot gedeelte van de kennis is echter gebaseerd op vuistregels waarvan de expert vaak zelf de achtergrond niet meer weet. Het zal dan ook duidelijk zijn dat bij deze techniek een grote kans bestaat dat belangrijke informatie niet aan het licht komt. Een andere vorm van het interview is de terugblik. Terwijl de expert bezig is met het oplossen van een probleem, legt een videocamera alle handelingen vast. Na afloop bekijken expert en kennisingenieur de opname en geeft de eerste commentaar en uitleg aan de hand van de beelden. De interrupttechniek gaat uit van observatie van de expert tijdens het werk. Bij relevante punten onderbreekt de interviewer de werkzaamheden en vraagt tekst en uitleg. Een nadeel van deze benadering is dat hij de voortgang van het oplossingsproces beïnvloedt.

Een combinatie van interview- en terugbliktechniek is eveneens mogelijk. Ook hier registreert een videorecorder weer de werkzaamheden van de expert, maar deze geeft ook tijdens het werk tekst en uitleg. Deze benadering heeft hetzelfde nadeel als de interrupttechniek, namelijk dat hij het hele oplossingsproces kan beïnvloeden, zodat de waarnemingen niet helemaal objectief zijn.

Een van de meestbelovende technieken is de simulatie. De expert krijgt een prototype van het expertsysteem en controleert de werking ervan aan de hand van allerlei tests. Vervolgens kan het ontwerpteam aan de hand van zijn of haar op- en aanmerkingen het expertsysteem wijzigen en

uitbreiden. Door dit proces een paar maal te herhalen met diverse domeinexperts, ontstaat uiteindelijk een systeem dat in de praktijk tot tevredenheid functioneert. Een combinatie van de verschillende benaderingen is ook mogelijk. De geschiktheid van de keuze is afhankelijk van de gezochte kennis of een bepaald aspect daarvan.

Het grote struikelblok

Natuurlijk zijn er nog wel meer technieken te bedenken, maar de bovengenoemde benaderingen geven in de praktijk bevredigende resultaten. Afhankelijk van de situatie zal de kennisingenieur eerst een strategie bepalen en vervolgens aan de hand daarvan het kennisverwervingsproces

pertsysteem te bepalen. De resultaten zijn namelijk direct te toetsen aan de al eerder gevonden oplossingen. Wanneer de resultaten binnen redelijke grenzen overeenkomen, is de conclusie gerechtvaardigd dat het expertsysteem naar behoren werkt.

De officiële validatie is noodzakelijk om de opdrachtgever ervan te overtuigen dat het systeem volgens de specificaties functioneert. Praktisch gezien is het onmogelijk om alle mogelijke problemen aan het expertsysteem voor te leggen. Het is echter ook onrealistisch om dit te eisen, aangezien conventionele software evenmin op alle mogelijke invoer- en uitvoermogelijkheden te testen is.

In de praktijk zullen de ontwikkelaar en de opdrachtgever contractueel een serie tests

Vage informatie in een ontoereikende structuur gieten

starten. Het grote struikelblok daarbij altijd dezelfde: het is nodig om de vaag omschreven kennis van een expert om te zetten in de strikte, beperkte structuur van het expertsysteem.

Binnen de filosofie is al duizenden jaren een discussie gaande over de aard van de menselijke kennis. Tot nu toe heeft deze zelfs geen duidelijke omschrijving als resultaat opgeleverd. Wanneer er al geen goede beschrijving van de aard van kennis is, dan zijn er zeker geen adequate modellen beschikbaar waarmee het mogelijk is om kennis te modelleren. Het directe gevolg is dat de kennisingenieur in feite niet kan beschikken over adequate hulpmiddelen.

Validatie van het expertsysteem

Uiteindelijk is een versie van het expertsysteem ontstaan waarover alle domeinexperts tevreden zijn. We hebben dan het punt bereikt waarop de officiële validatie moet plaatsvinden.

De validatie van een expertsysteem is bepaald geen eenvoudige zaak. Uit de ervaringen van de afgelopen decennia is gebleken dat het gebruik van testgevallen een bruikbare oplossing kan bieden. Dit zijn problemen die eerst aan menselijke experts zijn voorgelegd en waarvoor op verschillende manieren een oplossing is gevonden. Deze problemen zijn dus uitstekend geschikt om de prestaties van het ex-

afspreken (doorgaans zullen dat er tien tot twintig zijn). Als het expertsysteem deze succesvol oplost, neemt de opdrachtgever het systeem officieel over.

Acceptatie door de eindgebruikers

Na de validatie is het expertsysteem officieel operationeel. Maar het project is bij de overname niet afgelopen. Nu moet het systeem ook binnen de organisatie van de opdrachtgever acceptatie vinden. Dit is niet zo eenvoudig als het klinkt. De uiteindelijke groep die met het systeem moet gaan werken, bestaat meestal uit ervaren praktijkmensen die (nog) niet het niveau van een domeinexpert hebben. Samen met het expertsysteem kunnen deze eindgebruikers het niveau van een domeinexpert bereiken.

Voordat het zover is moet echter aan een paar voorwaarden zijn voldaan. De eindgebruikers moeten vertrouwen in het expertsysteem krijgen en tegelijk begrijpen dat het slechts een adviseur is: zijzelf blijven de uiteindelijke verantwoordelijkheid voor de beslissing dragen. De eindgebruiker moet het gevoel hebben de situatie baas te blijven en samen met het expertsysteem tot een hoger expertiseniveau te komen. Als dit niet het geval is dan zal het systeem in de praktijk niet goed functioneren.

Een eindgebruiker heeft pas vertrouwen in een oplossing als hij of zij deze ook begrijpt. Dit eist van het expertsysteem dat het zijn conclusies zodanig toelicht dat de eindgebruiker kan beoordelen of het resul-

taat redelijk is. Het expertsysteem moet dus uit kunnen leggen waarom het voor een bepaalde oplossing heeft gekozen en het moet in staat zijn iedere logische stap van het oplossingsproces na te vertellen. Verder moet de eindgebruiker de mogelijkheid hebben de hoeveelheid informatie naar believen te doseren. Naarmate de ervaring met het expertsysteem toeneemt, zal het vertrouwen erin stijgen en zullen uitvoerige explicaties overbodig en zelfs ongewenst worden. De eis van duidelijke en uitvoerige explicatie tijdens het oplossen van een probleem speelt echter niet bij alle expertsystemen. Bij real-time toepassingen, waarbij de reactietijd niet meer mag bedragen dan enkele seconden, is er zelfs geen gelegenheid om een uitgebreide uitleg te genereren. Wel moet het systeem de conclusies opslaan in een logboek, waarin achteraf het handelen van het systeem kan worden gecontroleerd.

Juridische aansprakelijkheid

Een ander belangrijk punt is de juridische aansprakelijkheid. Het is nodig om goed vast te leggen of de ontwikkelaar dan wel de opdrachtgever (en tevens gebruiker) verantwoordelijk is bij foutieve oplossingen van het expertsysteem. Dit aspect komt vooral om de hoek kijken bij expertsystemen op verantwoordelijke posities, bijvoorbeeld bij medische diagnostiek of procesbesturing. Wanneer niet goed is geregeld wie aansprakelijk is in het geval van foutieve conclusies, zal het expertsysteem over het algemeen na enige tijd buiten bedrijf gesteld worden. Dit is in de Verenigde Staten al minstens één keer bij een duur, medisch diagnosesysteem gebeurd.

Onderhoudbaarheid

Als alle hindernissen genomen zijn en het expertsysteem in de praktijk goed functioneert, komt na verloop van tijd de kwestie van onderhoudbaarheid aan de orde. De kennis in de kennisbank is namelijk dynamisch van aard en zal over de jaren sterk groeien. Om niet na verloop van tijd met

Snelle veroudering

een verouderd, onbruikbaar expertsysteem te zitten, is het gewenst om nieuwe kennis snel in te kunnen voeren. Ook zal in veel situaties bepaalde bestaande informatie overbodig worden of niet meer van toepassing zijn, zodat ook het verwijderen van informatie uit de kennisbank tot de mogelijkheden moet behoren. Is hier tijdens



Hoewel het ontstaan van een expertsysteem een langdurig en kostbaar proces is, kan het gebruik ervan ook veel opleveren. Een bedrijf als DEC heeft al enkele jaren een expertsysteem in gebruik voor assistentie bij het configureren van computers, eerst voor intern gebruik en later ook bij de verkoop. Dit heeft geresulteerd in een besparing van enkele tientallen miljoenen per jaar.

de ontwerpfase geen rekening mee gehouden, dan is het directe resultaat dat het systeem na enige tijd niet meer goed functioneert. Dit veroorzaakt dan het voortijdig uitschakelen van het systeem.

Tenslotte

In dit artikel is een inleiding gegeven op het proces van het creëren en operationeel maken van een expertsysteem. Het hele proces is in een zestal verschillende fasen onder te verdelen, die ieder hun eigen problematiek hebben. Behalve de technische invulling van het geheel, bepalen ook zaken als acceptatie door de eindgebruiker en juridische aansprakelijkheid voor een belangrijk deel het uiteindelijk functioneren van het expertsysteem in de praktijk.

Geraadpleegde literatuur:

- J.L. Alty en M.J. Coombs, Expert Systems: Concept and Examples; NCC Publications, 1984.
- Byte, Artificial Intelligence; McGraw-Hill Inc., april 1985.
- B.G. Buchanan en R.O. Duda; Principles of Rule-Based Expert Systems; Stanford University, rapport nr. HPP-82-14, augustus 1982.
- Chang et al., Expert Systems: The Butler Cox Foundation, rapport nr. 37, 1983.
- E.A. Feigenbaum en P. McCorduck, The Fifth Generation; Addison-Wesley Publishing Company, 1984.
- P.S. Sell, Expert Systems - A practical Introduction; Macmillan Publishers LTD, 1985.

Het verschijnsel expertsysteem

Expertsystemen mogen zich verheugen in een toenemende belangstelling van de media. Dat heeft nogal eens geleid tot wat onduidelijkheid, omdat de precieze aard en functie van expertsystemen buiten beschouwing bleven. Dit artikel tracht de lacune op dit gebied te vullen met een beschrijving over de opbouw en werking, gevolgd door een overzicht over de problematiek van de huidige expertsystemen. Tenslotte volgt een inventarisatie van de mogelijkheden van het kennis opdoen over en het verder ontwikkelen van expertsystemen.

Achtergronden en problematiek



Foto: Adviesbureau Hollander en Van der Mey

Het verschijnsel expertsysteem is de eerste ontwikkeling uit het onderzoek naar kunstmatige intelligentie die alom bekendheid heeft gekregen. Deze bekendheid is voornamelijk gebaseerd op het baanbrekend succes van enkele systemen (R1, Prospector). Het voornaamste kenmerk van een expertsysteem is als volgt samen te vatten:

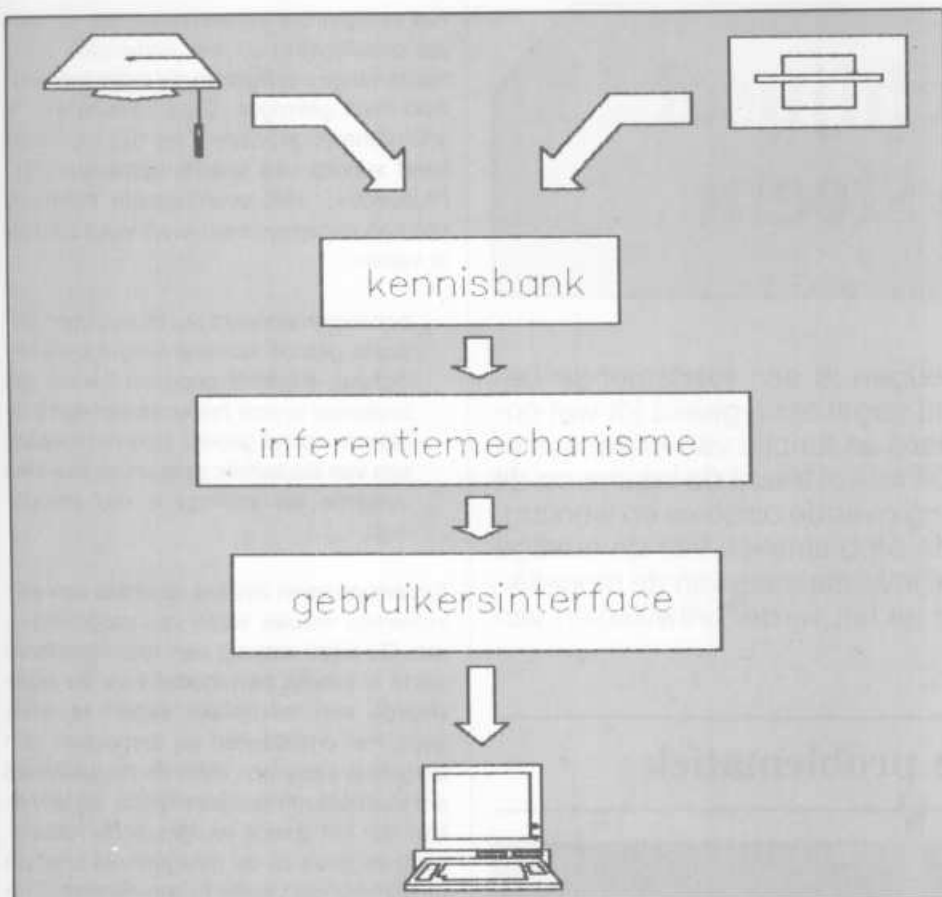
een expertsysteem bevat, voor een bepaald gebied van menselijke deskundigheid, expliciet gegeven kennis die bruikbaar is voor het oplossen van problemen op dat gebied. Hoe het toepassen van die kennis gebeurt en in welke volgorde dat verloopt is niet vastgelegd.

Expertsystemen zijn het resultaat van een volkomen nieuwe wijze van programmeren. De wijze waarop een expertsysteem werkt is feitelijk een model voor de wijze waarop een menselijke expert te werk gaat. Het ontwikkelen en toepassen van dergelijke systemen biedt de mogelijkheid om kostbare menselijke experts vrij te maken van het steeds terugkerende routinewerk en geeft ze de gelegenheid om hun deskundigheid verder te ontwikkelen. Een verder voordeel is dat de expertsystemen ook niet-deskundigen de mogelijkheid geven om problemen op te lossen die voorheen slechts de zeldzame experts konden oplossen. Tevens is de kennis voor het nageslacht vastgelegd.

Traditioneel programmeren voldoet niet

De gebruikelijke methode van programmeren biedt onvoldoende mogelijkheden om kennis vast te leggen en op een flexibele manier op te kunnen roepen. Het kenmerk van een traditioneel programma is dat zo'n programma precies aangeeft hoe voor een bepaald probleem de oplossing moet verlopen: de kennis die daarvoor noodzakelijk is zit verborgen in het algoritme. Deze omschrijving geeft meteen het grote probleem van de traditionele aanpak weer, die verhindert dat menselijke kennis op succesvolle wijze vastgelegd wordt. Omdat de kennis vastligt in het algoritme moet de wij-

Figuur 1. Afhankelijk van de functie en de programmeeromgeving zijn uiteenlopende soorten expertsystemen mogelijk. Toch zullen de hier afgebeelde bouwstenen er altijd in voorkomen. Deze combineren de kennis van een expert met computerinformatie om zo, via een redeneerproces, de gebruiker of een aangekoppeld systeem te assisteren in het zoeken naar een oplossing.



Figuur 1. Afhankelijk van de functie en de programmeeromgeving zijn uiteenlopende soorten expertsystemen mogelijk. Toch zullen de hier afgebeelde bouwstenen er altijd in voorkomen. Deze combineren de kennis van een expert met computerinformatie om zo, via een redeneerproces, de gebruiker of een aangekoppeld systeem te assisteren in het zoeken naar een oplossing.

ze van oplossen reeds voorzien zijn, anders heeft het programma gegarandeerd geen oplossing. Bij menselijke deskundigheid geldt echter dat vaak de oplossingsmethode niet van tevoren bekend is. Dat betekent dat voor het maken van een expertsysteem de programmeur andere programmeermethoden zal moeten gebruiken.

Kenmerken van een expertsysteem

Eerst een poging om aan te geven wat een expertsysteem feitelijk is. Een goede algemene beschrijving is de volgende:

Een expertsysteem of een op kennis gebaseerd systeem is een computer die bepaalde specifieke kennis bevat en die in staat is de gebruiker te adviseren bij het nemen van beslissingen op dat specifieke gebied.

Er zijn vele vormen van expertsystemen en ze zijn ontwikkeld in de meest uiteenlopende programmeertalen, waaronder natuurlijk LISP en Prolog, maar ook meer conven-

tionale talen als FORTRAN, ALGOL, Pascal en dergelijke zijn reeds toegepast. Ondanks de verschillende programmeeromgevingen, hebben al deze systemen overeenkomende kenmerken. In elk systeem komen in ieder geval de volgende bouwstenen voor:

- een kennisbank
- een inferentiemechanisme
- een gebruikersinterface

Figuur 1 geeft een algemene voorstelling van de opbouw van een expertsysteem.

De kennisbank

De kennisbank bevat de kennis over een bepaald vakgebied. Deze omvat zowel informatie die is verkregen uit de vakliteratuur als informatie die gebaseerd is op de uitgebreide ervaring van menselijke ex-

perts. Vaak bestaat deze ervaringskennis uit in de praktijk gevonden wetmatigheden die doorgaans moeilijk theoretisch te onderbouwen zijn.

Ondanks deze vaak hoge mate van intuïtieveit zijn er diverse technieken om kennis voor een expertsysteem bruikbaar op te slaan. Een van die methoden is het opslaan van informatie in de vorm van een semantisch netwerk. Een semantisch netwerk is opgebouwd uit knooppunten en relatiebogen. De knooppunten stellen bepaalde concepten voor en de bogen geven de relaties weer die tussen deze concepten gelden.

Een voorbeeld van een eenvoudig semantisch netwerk is:

werkt

Jansen → fabriek X

Dit hele simpele netwerk is opgebouwd rond twee concepten, namelijk de persoon *Jansen* en het bedrijf *fabriek X*. Het verband tussen de twee concepten is door de boog met de naam *werkt* weergegeven. De informatie-inhoud is dat Jansen een werknemer van fabriek X is. Op deze wijze kunnen zeer ingewikkelde informatiestructuren ontstaan. Toepassing van semantische netwerken vindt veel plaats binnen relationele databases.

Een andere mogelijkheid om kennis op te slaan is door gebruik te maken van frames, meer of minder vaste structuren waarin de informatie kan worden opgenomen. Zo'n structuur is in feite een soort elektronische dossierkaart die gegevens over een bepaald onderwerp bevat (figuur 2). Een structuur is voor te stellen als een kaart waarop allerlei gegevens met betrekking tot het onderwerp staan. Het is niet noodzakelijk dat daarop uitsluitend feiten staan, er kunnen ook allerlei berekeningen in voorkomen of verwijzingen naar andere structuren.

Frames bieden voordelen als een flexibele vorm van opslag nodig is. Bij het aanmaken van een structuur over een onderwerp waar weinig informatie over beschikbaar is, kunnen bijvoorbeeld standaardwaarden worden ingevuld als het onderwerp bij een bepaalde groep (familie) van structuren thuishoort. Ook zijn eenmaal gecreëerde structuren zeer eenvoudig aan te passen als er meer informatie beschikbaar komt.

Netwerk, structuur en produktieregel geven kennis weer

```

frame      : voertuig.

klassen    : bestuurder, passagier,
             personenauto, vrachtwagen,
             bus, motorfiets, fiets.

wielen (integer).

krachtbron : benzinemotor, dieselmotor,
             mankracht,
             .
             .
             .
             .
             .

```

Figuur 2. Een mogelijke manier om informatie op te slaan is met behulp van vooraf samengestelde structuren. Ze hebben als voordeel dat ze nogal flexibel zijn.

De meest gebruikte vorm van opslag van kennis binnen expertsystemen is de produktieregel. Een produktieregel bestaat uit twee delen, een voorwaarde en een bijbehorende actie of conclusie:

ALS (voorwaarde 1,...,voorwaarde n)
DAN actie/conclusie

De betekenis van de regel is als volgt: als aan alle voorwaarden binnen de voorwaardestelling is voldaan, dan is de actie of conclusie gerechtvaardigd. In de meeste toepassingen zijn de voorwaarden feiten of andere produktieregels. Er is echter geen enkele reden te bedenken waarom die voorwaarden geen frames of onderdelen van semantische netwerken zouden kunnen zijn.

Onzekerheid van de kennis

Menselijke kennis gaat vaak uit van gradaties van zekerheid. Een duidelijk voorbeeld is de medische diagnostiek. Bij bepaalde symptomen kunnen vaak meerdere diagnoses passen, die ieder een bepaalde graad van waarschijnlijkheid hebben. Deze graad kan aangegeven zijn met behulp van wegingsfactoren of procenten.

Een dergelijke aanduiding van de waarschijnlijkheid van een bepaald feit moet ook in diagnoses van een medisch expertsysteem voorkomen. Dat kan door alle informatie te voorzien van een waarschijnlijkheidsfactor. Bij het oplossen van een probleem bepaalt het expertsysteem dan, al dan niet verschillende niveau's van feiten en conclusies doorrekenend, wat de waarschijnlijkheid van een bepaalde diagnose is. Dat gebeurt net als bij een normale diagnose aan de hand van een aantal gegeven kenmerken (bijvoorbeeld symp-

Inferentiemechanisme redeneert op twee manieren

tomen), die eveneens van een (on)zekerheidsgraad voorzien kunnen zijn.

Het aangeven van zekerheidsgradaties binnen de behandelde vormen van kennisopslag is vrij eenvoudig. Voor het berekenen van de uiteindelijke waarschijnlijkheid van een bepaalde conclusie zijn verschillende theorieën beschikbaar (bijvoorbeeld fuzzy logics, de Demster-Shafer regel en dergelijke).

Het inferentiemechanisme

Het inferentiemechanisme bepaalt het oplossingsproces bij een probleemstelling. Eigenlijk verzorgt het inferentiemechanisme het redeneerproces binnen een expertsysteem. Sommige expertsystemen maken gebruik van een algemeen algoritme (gebaseerd op het resolutieprincipe van Robinson), andere systemen hebben regels voor specifieke situaties. Het inferentiemechanisme maakt vaak gebruik van twee (veelal gecombineerde) technieken voor het zoeken van mogelijke oplossingen binnen de kennisbank, forward chaining en backward chaining.

Bij forward chaining, voorwaarts redeneren, gaat het inferentiemechanisme uit van een aantal begincondities en probeert hierbij in de kennisbank een bijbehorende conclusie of actie te vinden. Het proces probeert de bekende condities te passen aan condities die behoren bij kennis in de kennisbank. Het principe van het voorwaarts redeneren is onafhankelijk van de wijze waarop de kennis opgeslagen is. In principe is backward chaining het omgekeerde van forward chaining en het komt dan ook tamelijk goed overeen met het begrip terugredenen. Dit proces gaat uit van een mogelijke eindconclusie en probeert deze te bewijzen door aan te tonen dat het conditiedeel geldt. In het geval dat de bewijzen van de voorwaarden zelf ook weer condities bevatten, gaat het proces door totdat feiten in de kennisbank de geldigheid van de conclusie bevestigen of totdat een conditie niet geldig blijkt te zijn.

Huidige implementaties van inferentiemechanismen maken vaak gebruik van een combinatie van beide zoektechnieken. Het inferentiemechanisme selecteert met behulp van voorwaarts redeneren een deel van de kennisbank waar de oplossing van

het probleem zich naar alle waarschijnlijkheid bevindt. Vervolgens zoekt het mechanisme met behulp van terugredeneren uit welke van de (eventuele) mogelijkheden aan de beschikbare gegevens voldoet.

Eventuele mogelijke alternatieven, al dan niet voorzien van een zekerheidsfactor, gaan via de gebruikersinterface naar de gebruiker. Indien noodzakelijk kan vervolgens via een interactieve sessie tussen gebruiker en expertsysteem een uiteindelijke oplossing/conclusie tot stand komen.

De gebruikersinterface

Zonder gebruikersinterface is een expertsysteem zinloos. In de beschrijving over het inferentiemechanisme is een belangrijk aspect van de gebruikersinterface reeds genoemd: de mogelijkheid om gezamenlijk (gebruiker en expertsysteem) tot een oplossing van een probleemstelling te komen.

In principe biedt de gebruikersinterface een aantal functies. De meest directe is het aan de gebruiker doorgeven van resultaten, bevindingen en conclusies, samen met de wijze waarop deze tot stand zijn gekomen. Ook kan de interface aan de hand van het verloop van het redeneerproces vragen stellen aan de gebruiker om meer informatie te krijgen teneinde een oplossing of een meer waarschijnlijke oplossing te kunnen vinden. Verder zal de gebruikersinterface problemen die tijdens het oplossingsproces opduiken aan de gebruiker voorleggen, om zo gezamenlijk tot een oplossing te komen.

Problematiek van expertsystemen

Tot nu toe is de algemene opbouw en werking van expertsystemen behandeld. De meer praktische kant van het gebeuren is echter zeker zo belangrijk. Hoewel de groeiende belangstelling en de positieve verhalen in de pers en de vakbladen op het tegendeel lijken te wijzen, zijn er slechts enkele succesvolle commerciële expertsystemen in de industrie. Wel bestaan er talrijke experimentele versies, die speciaal werden ontwikkeld voor onderzoeksdoelinden.

Er is een aantal oorzaken aan te geven voor het tot nog toe uitblijven van een grote markt voor expertsystemen:

- grote expertsystemen zijn zeer kostbaar;
- de overdracht van kennis van menselijke experts naar een expertstelsysteem is moeilijk en tijdrovend;
- er is een gebrek aan ervaren mensen voor het vullen en onderhouden van het systeem;
- voor veel toepassingen, zeker de meer omvangrijke, hebben de huidige computers te weinig verwerkingscapaciteit.

Installering en kennisoverdracht

Het installeren en ontwikkelen van een expertstelsysteem vergt een aanzienlijke investering. Slechts enkele van de succesvolle expertsystemen hebben hun ontwikkelgeld terugverdiend (R1 is het bekendste voorbeeld). De constructie van een expertstelsysteem is bovendien een langdurig proces. Voor het opzetten van een eerste volwaardige experimentele versie is een ontwikkeltijd van circa 2 jaar nodig. Na talloze modificaties komt vervolgens na 5 tot 10 jaar een definitieve versie, die ook bij gebruik in de praktijk nog blijft veranderen en groeien. Het zal duidelijk zijn dat het zeer grote investeringen met zich meebrengt om een dergelijk proces op gang te houden. Natuurlijk zijn er kapitaalkrachtige bedrijven die zich dergelijke onderzoeksprojecten kunnen veroorloven. De meeste bedrijven willen echter eerst het verschijnsel bestuderen en niet meteen kapitalen investeren.

Een groot probleem is ook de overdracht van kennis van menselijke experts naar het expertstelsysteem. Menselijke kennis is gecompliceerd. Veel van de kennis komt uit de literatuur en opleiding. Echter, een niet onaanzienlijk deel is afhankelijk van de aanleg van de persoon voor dat bepaalde vakgebied en bestaat uit in de praktijk verkregen ervaring.

Wanneer een dergelijke expert een duidelijk beeld zou hebben hoe zijn kennis is opgebouwd, dan is er geen probleem om die kennis over te dragen aan derden. Doorgaans geldt echter het tegendeel: veel experts hebben geen concreet idee hoe zij aan hun kennis komen en waarop de vele vuistregels gebaseerd zijn die zij dagelijks hanteren.

Nu moet op een bepaald moment de kennis van een expert overgedragen worden naar een expertstelsysteem. De meest gangbare methode is dat zogenaamde knowledge engineers, ofwel kennisingenieurs, proberen om onder meer door middel van interviews de kennis die een expert heeft te concretiseren en om te zetten in de vorm van een kennisbank. Zolang echter de ex-



Veel expertsystemen zijn ontwikkeld op VAX-computers. Deze zijn echter voor praktische, wijdverbreide toepassingen veel te langzaam. Het wachten is op een commerciële supercomputer met de prijs van een mini.

pert zelf eigenlijk niet precies weet hoe zijn kennis in elkaar steekt, is het voor de kennisingenieur bijna onbegonnen werk om een representatieve kennisbank te ontwikkelen.

Randproblemen

Kunstmatige intelligentie is een jonge wetenschap waarmee mensen zich pas enkele decennia bezighouden, en die pas sinds het eind van de jaren '60 een sterke ontwikkeling doormaakt. Het gevolg is dat er in vergelijking met andere, oudere wetenschappen relatief weinig mensen zich op dit gebied van de informatica concentreren. En slechts een deel van die groep is gespecialiseerd in expertsystemen. Het directe gevolg daarvan is dat de vooruitgang op het gebied van expertsystemen minder snel gaat, ondanks de bekwaamheid en inzet van de beschikbare mensen.

De trage opmars van expertsystemen heeft ook nog een hardwarematig aspect. Op dit moment zijn de gangbare expertsystemen alleen deskundig op een sterk afgeperkt vakgebied. Ondanks deze beperking

en de daarmee samengaan relatief kleine kennisbanken is het aantal mogelijkheden dat een expertstelsysteem moet doorrekenen voor het vinden van een oplossing vaak zeer groot. De gemiddelde reactietijd van kan dan ook variëren van minuten tot dagen voor een expertstelsysteem dat geïmplementeerd is op een standaardcomputer zoals de VAX. Wil het verschijnsel expertstelsysteem een maatschappelijk gemeengoed worden, dan zijn computers vereist met een verwerkingssnelheid die een factor honderd tot duizend hoger ligt dan die van huidige snelle supermini's.

Korte termijn mogelijkheden

Ondanks alle genoemde problemen zijn er wel degelijk mogelijkheden voor het bedrijfsleven om zinvol bij te dragen tot de bevordering van de ontwikkeling van expertsystemen. Deze bijdrage zal niet zozeer op theoretisch gebied liggen als wel in praktische toepassingen. In de huidige situatie zijn het in bijna alle gevallen de universiteiten en laboratoria die het onderzoek en de ontwikkeling doen. Het onderzoek dat in deze 'Centres of Excellence' plaatsvindt is doorgaans zeer interessant, alleen gebeurt het zelden dat er kritische vragen worden gesteld over mogelijke zinvolle toepassingen. Het directe gevolg is dat er producten verschijnen waar het bedrijfsleven niet mee uit te voeren kan.

Deze situatie is weinig effectief. Het zou veel beter zijn als er een duidelijk verband bestond tussen de ontwikkelingen binnen de onderzoekscentra en de wensen van de industrie. Dit kan echter alleen wanneer men binnen het bedrijfsleven op de hoogte is van de mogelijkheden en moeilijkheden van expertsystemen. Is die kennis aanwezig dan is een inventarisatie van zinvolle en realistische toepassingen van expertsystemen mogelijk.

Zoals de situatie nu ligt is het noodzakelijk dat de bedrijven voldoende kennis opdoen over expertsystemen. Vervolgens kan er naar toepassingen worden gezocht, waarna de ontwikkeling in samenwerking met een zuiver wetenschappelijk georiënteerde instelling kan gebeuren.

Er valt een aantal vuistregels te geven voor het verkrijgen van inzicht in de werking van expertsystemen. Natuurlijk zijn alternatieve benaderingen mogelijk, maar onder-

**Eerst experimenteersysteem
dan pas expertstelsysteem**



Voor het onderzoek naar de haalbaarheid van een expertsysteem en de eventuele ontwikkeling van een prototype zullen in de meeste gevallen 16- of 32-bit microcomputers goed voldoen. De industrie heeft daarop ingehaakt met de ontwikkeling van werkstations voor toepassingen in kunstmatige intelligentie, zoals deze van Tektronix.

staande vuistregels zijn vrij algemeen en blijken in de praktijk behoorlijk goed te voldoen.

Als eerste is een team van enthousiaste mensen nodig. De groep moet bestaan uit een mengeling van informatici en deskundigen op de specifieke vakgebieden waarin het bedrijf is geïnteresseerd. Het eerste doel wordt het bepalen van de waarde van expertsystemen voor het bedrijf. Verder is een investering in een (klein) computersysteem noodzakelijk, dat geheel ter beschikking van het onderzoeksteam moet komen. Realistische mogelijkheden variëren van een IBM XT tot een 32-bit supermicrocomputer.

Verder moet een geschikt ontwikkelsysteem worden gekozen. Er zijn tamelijk veel programma's beschikbaar waarmee het mogelijk is om een klein expertsysteem op te zetten en die niet al te veel kosten (bijvoorbeeld M1 of Prolog). Is de basis voor de ontwikkeling klaar, dan

kan door middel van kleinere en grotere experimenten ervaring worden opgedaan en eventueel kan een prototype van een expertsysteem ontstaan. Aan de hand van de verkregen expertise is het dan mogelijk om een verantwoorde beslissing te nemen over het wel of niet toepassen van expertsystemen. Bij een positieve beslissing is de volgende stap het opstellen van een planning voor de toekomst, waarbij ruwweg is aangegeven op welk gebied er behoefte aan expertsystemen is en wat de specifieke wensen bij de verschillende toepassingen zijn.

Pas als lijst met wensen klaar is, wordt het zinvol om een onderzoeksinstelling een eventuele opdracht te geven. Hierbij is van het grootste belang dat leden uit het team de ontwikkelingen kritisch volgen en eventueel bijsturen.

Tenslotte

In dit artikel is nader ingegaan op het verschijnsel expertsystemen. Daarbij zijn on-

der meer de structuur en de kennisrepresentatie aan de orde geweest. Ook is de problematiek met betrekking tot de installering en de algemene vooruitgang op het gebied van expertsystemen aan de orde geweest. Verder ging dit artikel in op de commerciële mogelijkheden en toepassingen met een nadere specificatie van een aantal vuistregels voor een succesvolle nadere kennismaking met expertsystemen.

Geraadpleegde literatuur:

- J.L. Alty en M.J. Coombs, *Expert Systems: Concept and Examples*; NCC Publications, 1984.
- Byte, *Artificial Intelligence*; McGraw-Hill Inc., april 1985.
- B.G. Buchanan en R.O. Duda; *Principles of Rule-Based Expert Systems*; Stanford University, rapport nr. HPP-82-14, augustus 1982.
- Chang et al., *Expert Systems*; The Butler Cox Foundation, rapport nr. 37, 1983.
- E.A. Feigenbaum en P. McCorduck, *The Fifth Generation*; Addison-Wesley Publishing Company, 1984.
- P.S. Sell, *Expert Systems - A practical Introduction*; Macmillan Publishers LTD, 1985.

Software-ontwikkeling met kunstmatige intelligentie

Velen zijn van mening dat er op het moment een softwarecrisis heerst. Met een groeiend tekort aan programmeurs stijgt het gebrek aan omvangrijke, gespecialiseerde programma's. Doordat de ontwikkelingen in de hardware sneller gaan dan die in de software, neemt dit verschijnsel eerder toe dan af. De oplossing zal moeten komen uit het onderzoek naar nieuwe ontwikkelmethoden. Dit artikel gaat in op de mogelijkheden van de toepassing van kunstmatige intelligentie in de software-ontwikkeling.

De softwarecrisis is een van de gebieden die veel aandacht krijgen in de computerwereld. Ook de commercie heeft erop ingehaakt: veel leveranciers prijzen hun vierde generatie-hulpmiddelen aan als de oplossing voor het wegwerken van de achterstand in de productie. Dergelijke programma's lossen het probleem echter maar voor een deel op. Een aantal knelpunten is

**Expertsystemen
assisteren
programmeur en
eindgebruiker**

gebleven, zoals het gebrek aan programmeurs, en ook hebben deze nieuwe hulpmiddelen weer nieuwe problemen geïntroduceerd.

De ontwikkeling in het maken van software is onder te brengen in verschillende periodes. W. Wulf onderscheidt er drie: na de 'He-Man Era', waarin alles mogelijk leek, kwam de 'Panic Era', waarin het tekort aan programmatuur onoverkoombaar scheen. Als reactie daarop zijn we inmiddels in de 'Age of Reason' aangeland, onder het motto: vereenvoudigen, abstraheren, bewijzen en beperken.

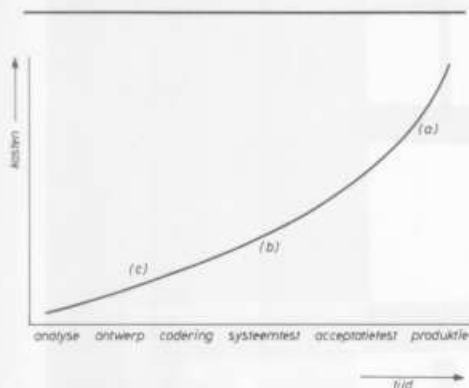
Prototyping maakt deel uit van die laatste periode en heeft dan ook dezelfde uitgangspunten.

Prototyping

Het onderzoek naar efficiëntere program-

Onder meer op deze Explorer is het mogelijk om software te ontwikkelen met ondersteuning van een expertsysteem.





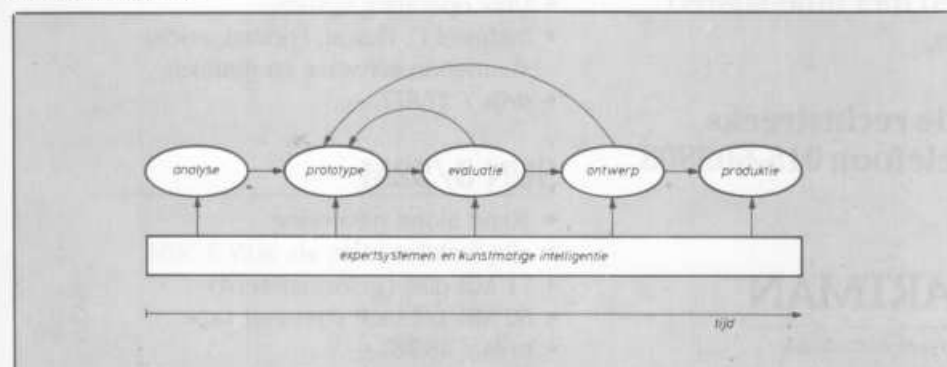
Figuur 1. De kosten voor het herstellen van fouten in het ontwikkelproces. Betrokkenheid van de eindgebruiker kan die kosten omlaag brengen. Bij de conventionele ontwerpcyclus ontstaat die betrokkenheid pas bij punt (a). Prototyping vervroegt dat tijdstip tot (b), terwijl in combinatie met kunstmatige intelligentie de gebruiker al in (c) aan de ontwikkeling deel kan nemen.

meermethoden spitst zich toe op het foutvrij maken van de ontwikkelde software. Het zoeken en repareren van fouten is een langdurig en kostbaar proces en de kosten ervan nemen sterk toe naarmate de fout in een later stadium wordt gevonden.

Figuur 1 geeft een indicatie van de kosten voor het herstellen van fouten, afhankelijk van de fase waarin het ontwikkelproces verkeert. Daaruit blijkt ook het belang van een tijdige betrokkenheid van de eindgebruiker bij de ontwikkeling van de software. Het is dat stadium waarin de meeste reparaties en bijstellingen nodig zijn. Als die betrokkenheid eerder kan plaatsvinden, zal het hele proces daardoor structureel sneller en goedkoper kunnen verlopen.

Een benadering waarbij de eindgebruiker in een vroeg stadium betrokken wordt bij de productie van software is prototyping. Dit is een iteratieve manier van systeemontwikkeling waarbij door een voortdurend

Figuur 2. Prototyping draait om een iteratieve cyclus van modelleren en testen. Het is mogelijk om alle fasen binnen het hele proces te ondersteunen met software op het gebied van kunstmatige intelligentie.



construeren, evalueren en bijstellen tot een eindresultaat wordt gekomen (figuur 2).

Prototyping heeft een aantal voordelen. Zo leidt de vroege betrokkenheid van de eindgebruiker ertoe dat al in een vroeg stadium overeenstemming van wensen en specificaties wordt bereikt. Verder geeft het de mogelijkheid om meer te experimenteren, bijvoorbeeld om minder vast omlijnde ideeën uit te werken, zonder dat de kosten daardoor sterk toenemen. Ook zal de eindgebruiker al in de ontwerpfase leren omgaan met de programmatuur en zal de betrokkenheid bij het produkt groter zijn.

Het gebruik van prototyping heeft ook nadelen. De vroege betrokkenheid vergt een extra trainingsinspanning en daarnaast kan het ontwikkelproces minder strak worden gecontroleerd. Dat laatste heeft bo-

als belangrijkste kenmerken:

- Een niet-procedurele benadering; omschrijft wat er moet gebeuren, niet hoe het moet gebeuren.
- Een bestandsbeheersysteem ten behoeve van integrale gegevensopslag.
- Gebruiksvriendelijkheid, met onder meer integratie van functies, interactieve bediening en help- en leerfuncties.

Veel van deze eigenschappen kunnen worden ondersteund met behulp van expertsystemen.

Expertsystemen en software-ontwikkeling

Expertsystemen bieden goede mogelijkheden voor toepassing bij prototyping. Zo beschikken expertsystemen over flexibiliteit in de representatie, wat een krachtig

Expertsysteem verkleint nadelen en vergroot voordelen prototyping

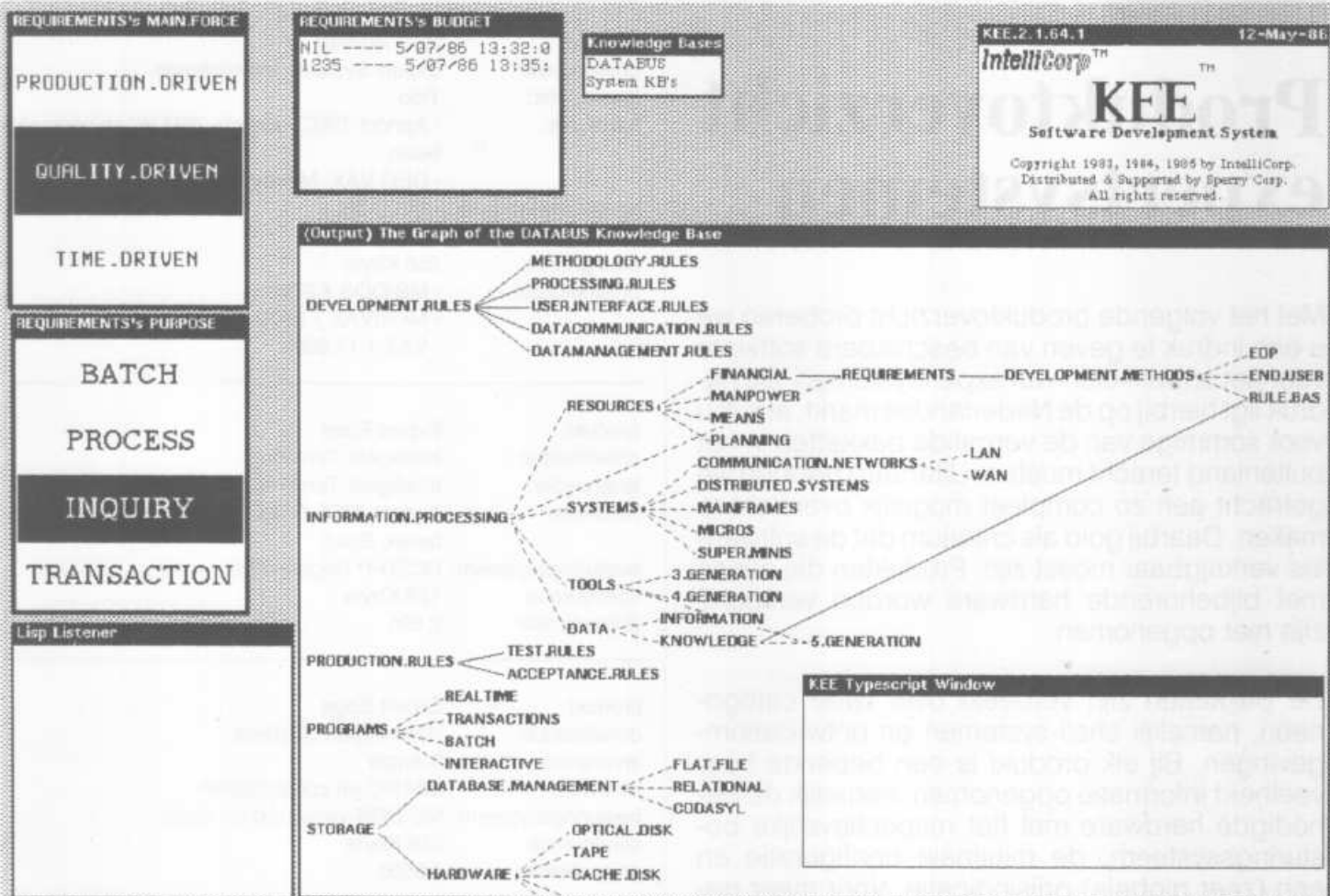
vendien tot gevolg dat tijdens de ontwikkeling de documentatie vaak uit de pas loopt. Een ander nadeel is dat prototyping alleen geschikt is voor het maken van kleinere systemen. Omvangrijke projecten leiden tot verkeerde voorspellingen tijdens de iteratie. Daardoor blijft het eindresultaat langer uit en gaat de oorspronkelijke snelheidswinst verloren.

In het algemeen kan worden gesteld dat prototyping een uitermate geschikte methode is wanneer de te ontwikkelen systemen niet te groot zijn en de betrokkenheid van de gebruikers verzekerd is. Vierde generatie-hulpmiddelen vervullen hierbij een belangrijke rol. Dergelijke software heeft

hulpmiddel kan zijn bij het modelleren. Verder zijn ze in staat tot een intelligente interpretatie van de invoer en dito interactie, wat de communicatie bevordert en de betrokkenheid van de gebruiker bij de ontwikkeling kan vervroegen. Ook kan een expertsysteem assisteren bij het nemen van beslissingen bij aanpassingen aan het model.

Expertsystemen kunnen derhalve de nadelen van prototyping verkleinen. De intelligente interactie in combinatie met de representatiemogelijkheden minimaliseren de vereiste trainingsaanpak. Het toepassen en interpreteren van de opgeslagen kennis kan de controle over het proces vergroten. Ook zullen de genoemde representatiemogelijkheden en het objectgeoriënteerde programmeren in een deel van de behoefte aan documentatie voorzien. Deze factoren maken het mogelijk om met een combinatie van prototyping en kunstmatige intelligentie ook grotere systemen te ontwerpen.

Een andere belangrijke taak van expertsystemen bij software-ontwikkeling is simulatie. Het cyclische aspect van prototyping (modelleren, testen en aan de hand daarvan weer aanpassen van het model) leent zich daar goed voor. Een expertsysteem kan die simulatie ondersteunen door het effect van beslissingen en aanpassin-



Figuur 3. Een voorbeeld van het werken met KEE, een ontwikkelomgeving die is gebaseerd op Common Lisp en die gebruik maakt van een expertsysteem om de ontwerpcyclus te versnellen.

gen te analyseren en op basis van de resultaten daarvan aanbevelingen te doen voor eventuele aanpassingen. Ook die aanpassingen kunnen weer worden geanalyseerd.

KEE

Een voorbeeld van een systeem waarin een expertsysteem is geïntegreerd met een ontwikkelomgeving is KEE. De afkorting staat voor Knowledge Engineering Environment en het betreft een ontwikkelomgeving die is gebaseerd op een combinatie van prototyping met een expertsysteem.

Het pakket draait momenteel op diverse LISP machines (Explorer, Symbolics, LMI Lambda en dergelijke). Bovendien heeft de uitgever, Intellicorp, aangekondigd dat deelsystemen van KEE voor de grotere PC's beschikbaar zullen komen.

KEE is bedoeld als ondersteuning bij prototyping. Het pakket is gericht op objectgeoriënteerd programmeren. Daarbij zijn zowel statische als dynamische objecten mogelijk en ook kan een object bestaan uit andere objecten. Verder kunnen objecten

binnen KEE deel uitmaken van een hiërarchie met erfelijkheidsregels. Afhankelijk van die regels kan bij het prototyping een programma alle eigenschappen 'erven' van een eerder programma.

Voor de interface met de gebruiker beschikt het pakket over de mogelijkheid van een grafische koppeling. Attributen binnen objecten kunnen worden verbonden met grafische symbolen, zodat de eindgebruiker later grafisch (bijvoorbeeld met een muis) die attributen kan veranderen.

De kennisrepresentatie binnen KEE vindt plaats door middel van frames en produktieregels. Bij het gebruik van regels is er naast de **ALS...DAN**-constructie ook nog voorzien in een actieclausule (**IF...THEN...DO**). Verder is het mogelijk om regels en structuren door elkaar te gebruiken. Ook kan KEE automatisch acties starten wanneer een bepaalde waarde verandert, bijvoorbeeld wanneer de verwachte produktietijd te hoog wordt.

Toekomst

De invloed van expertsystemen op systeemontwikkeling zal in meer resulteren dan een verkorting van de ontwikkelcyclus.

Het volledig automatisch genereren van programma's op basis van de specificaties behoort in principe tot de mogelijkheden, als zal het voorlopig nog wel toekomststrijk blijven. Programmageneratoren bestaan al langer en werken prima zolang ze modulaire, eenvoudige functies moeten bouwen. Bij het genereren van algemene, grotere programma's verslechtert het resultaat echter aanzienlijk. Het vijfde generatie project, met als een van de doelstellingen het realiseren van een volledig geïntegreerde ontwikkelomgeving, zou hier verandering in kunnen brengen.

Literatuur:

- D.G. Bobrow, If Prolog is the answer, what is the question?, Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems 1984, pp 138-149.
- D.G. Bobrow en P.J. Hayes, Artificial Intelligence where are we?, Artificial Intelligence, vol. 25, nr. 3, maart 1985.
- N. Nielsen, Expert Systems and Simulation; in Computer Networks and Simulation III, S. Schoemaker (red.), North Holland 1986.
- M.J. Segall, The use of prototyping to aid implementation of an online system; Systems, Objectives, Solutions, vol. 4, nr. 3, augustus 1984.
- A. Wolfe, Bringing order out of chaos in Software Design; Electronics, 4 november 1985.
- W. Wulf, The evolution of programming languages; Symposium "Computing and the Information Age", 20-21 oktober 1983, Austin.

Produktoverzicht expertsystemen

Met het volgende produktoverzicht proberen we u een indruk te geven van beschikbare software voor het ontwikkelen van expertsystemen. De nadruk ligt hierbij op de Nederlandse markt, al zult u voor sommige van de vermelde pakketten in het buitenland terecht moeten. Uiteraard hebben we getracht een zo compleet mogelijk overzicht te maken. Daarbij gold als criterium dat de software los verkrijgbaar moest zijn. Producten die alleen met bijbehorende hardware worden verkocht, zijn niet opgenomen.

De pakketten zijn verdeeld over twee categorieën, namelijk shell-systemen en ontwikkelomgevingen. Bij elk produkt is een beperkte hoeveelheid informatie opgenomen, namelijk de benodigde hardware met het respectievelijke besturingssysteem, de minimale configuratie en een (zeer globale) prijsindicatie. Voor meer gegevens verwijzen we u naar de leverancier.

Categorie shell-systemen

produkt: Acquaint
ontwikkelaar: Lithp Systems
leverancier: Lithp
hardware: IBM PC en compatibelen
besturingssysteem: MS-DOS versie 2.0 of hoger
configuratie: 256 Kbyte
prijsindicatie: f 10.000

produkt: Envisage
ontwikkelaar: Systems Programming
leverancier: SPL
hardware: DEC VAX, MicroVAX
besturingssysteem: VMS versie 4.2 of hoger
configuratie: 2 Mbyte, 50 Mbyte hard disk
prijsindicatie: vanaf f 40.000

produkt: ESP Advisor
ontwikkelaar: Expert Systems International
leverancier: Tido
hardware: - Apricot, DEC Rainbow, IBM PC en compatibelen
- DEC VAX, MicroVAX
besturingssysteem: - MS-DOS
- VMS
configuratie: 256 Kbyte
prijsindicatie: - MS-DOS f 2700
- MicroVAX f 8500
- VAX f 17.800

produkt: Expert Ease
ontwikkelaar: Intelligent Terminals
leverancier: Intelligent Terminals
hardware: Apricot, DEC Rainbow, IBM PC en compatibelen, Sirius
besturingssysteem: UCSD-P (bijgeleverd)
configuratie: 128 Kbyte
prijsindicatie: £ 695

produkt: Expert Edge
ontwikkelaar: Helix Expert Systems
leverancier: 3-Angle
hardware: IBM PC en compatibelen
besturingssysteem: MS-DOS versie 2.0 en hoger
configuratie: 256 Kbyte
prijsindicatie: f 5500

produkt: K1
ontwikkelaar: Framentec
leverancier: - K&H
- MathComp
- Tektronix
hardware: - DEC VAX, MicroVAX
- IBM 33XX serie
- IBM 43XX serie
besturingssysteem: - VMS
- VM/CMS
- MVS/TSO
prijsindicatie: f 35.000

produkt: KDS
ontwikkelaar: KDS
leverancier: KDS
hardware: IBM PC en compatibelen
besturingssysteem: MS-DOS versie 2.0 of hoger
configuratie: 512 Kbyte
prijsindicatie: \$ 1290

produkt: Knowledge Engineering System (KES)
ontwikkelaar: Software Architecture & Engineering
leverancier: - Apollo
- CPP
- K&H
- Tektronix

hardware: - Apollo, Sun en Tektronix werkstations
 - DEC VAX, MicroVAX
 - IBM PC en compatibelen
 besturingssysteem: - UNIX, Aegis
 - IX Ultrix, VMS
 - MS-DOS
 configuratie: 512 Kbyte onder MS-DOS
 prijsindicatie: MS-DOS f 10.000
 werkstations f 25.000
 VAX f 75.000

produkt: M1
 ontwikkelaar: Framentec
 leverancier: - HP
 - K&H
 - MathComp
 - Tektronix
 hardware: IBM PC en compatibelen
 besturingssysteem: MS-DOS
 prijsindicatie: f 15.500

produkt: Personal Consultant
 ontwikkelaar: Texas Instruments
 leverancier: - BSE
 - Sperry
 - TI
 hardware: IBM PC, TI PC en compatibelen
 besturingssysteem: MS-DOS
 configuratie: 512 Kbyte, 10 Mbyte hard disk
 prijsindicatie: f 3700

produkt: PRISM
 ontwikkelaar: IBM
 leverancier: IBM
 hardware: IBM 370
 besturingssysteem: VM/CMS

produkt: Rulemaster
 ontwikkelaar: Radian
 leverancier: - K&H
 - Tektronix
 hardware: geschreven in C, geschikt voor de meeste computers met een C-compiler
 besturingssysteem: zie boven
 prijsindicatie: vanaf f 15.000

produkt: S1
 ontwikkelaar: Framentec
 leverancier: - HP
 - K&H
 - MathComp
 - Tektronix
 hardware: - AT&T 730, NCR Tower 32
 - DEC VAX, MicroVAX
 HP 9000/300, 9000/500
 - Sun en Tektronix werkstations
 - Symbolics, Xerox 11XX serie
 besturingssysteem: - UNIX versie 4.2

produkt: - UNIX versie 4.2, Interlisp-D
 HP-UX
 - UNIX versie 4.2
 - Interlisp-D
 prijsindicatie: f 38.250 tot f 100.000

produkt: Sage
 ontwikkelaar: Systems Programming
 leverancier: SPL
 hardware: IBM PC en compatibelen
 besturingssysteem: MS-DOS
 configuratie: 256 Kbyte, 5 Mbyte hard disk
 prijsindicatie: f 4000

produkt: Twice
 ontwikkelaar: Nixdorf
 leverancier: Nixdorf
 hardware: - Nixdorf 8890
 - Nixdorf 8832
 besturingssysteem: - VM
 - UNIX

produkt: Xi
 ontwikkelaar: Expertech
 leverancier: - BSE
 - Wang
 hardware: - IBM PC, Wang PC en compatibelen
 - Wang VS-systemen
 besturingssysteem: - MS-DOS versie 2.0 of hoger
 - VS
 configuratie: 384 Kbyte onder MS-DOS
 prijsindicatie: f 4000

Categorie ontwikkelomgevingen

produkt: Arborist
 ontwikkelaar: Texas Instruments
 leverancier: - BSE
 - TI
 hardware: IBM PC, TI PC en compatibelen
 besturingssysteem: MS-DOS
 configuratie: 512 Kbyte
 prijsindicatie: f 1950

produkt: Arity Prolog
 ontwikkelaar: Arity
 leverancier: SCOS
 hardware: IBM PC en compatibelen

COMPUTERS ZIJN VERDRAAID GEVOELIG VOOR "ONDERVOEDING"



Pieken en gaten in de netspanning en lange onderbrekingen zijn funest voor de goede werking van de computer. Als de voeding niet gelijkmatig is, kunnen allerlei storingen optreden. Variërend van geheugenverlies tot beeldstoring en van werkonderbreking tot defecten aan schijven en koppen etc. . . .

Sommige systemen, veelal de duurdere, hebben tegen "voedingsstoringen" een veiligheid ingebouwd. Maar vele moeten zonder zo'n dure bescherming werken. En daar nu kan Imunelec wat aan doen. De grote pionier en specialist in noodstroomvoorzieningen (ondermeer voor ziekenhuizen).

Imunelec heeft namelijk een compleet programma UPS-systemen ontwikkeld. Units die tussen het stopcontact en de computer kunnen worden geschakeld en die de voeding van de computer compleet veilig stellen.

En dat allemaal voor een prijs, die in geen enkel opzicht zal storen. Voor nadere informatie belt u:

imunelec

NOODSTROOMVOORZIENINGEN

"WIJ STELLEN DE VOEDING VEILIG"

Waalreneweg 17, 5554 HA Valkenswaard,
Tel.: 04902-89882, Telex: 51832 BEDRC.



POSTBUS 84046 3009CA ROTTERDAM

GKSGRAL

GKSGRAL is de meest vooraanstaande implementatie van de 2D grafische standaard GKS. Meer dan 200 installaties bij bedrijven en instellingen van wereldformaat, getuigen van de algemene aanvaarding en het succes ervan. Uit het waarmerk van de GMD, en uit de succesvolle vergelijkende benchmark tests met andere GKS implementaties, blijkt het bovenaan te staan. Dit samen met de uitgebreide keuze aan beschikbare device drivers en de lokale service ondersteuning, zorgt ervoor dat GKSGRAL de voor de hand liggende keuze is bij grafische toepassingen.

GKS Level	2b (andere levels op aanvraag beschikbaar)
GKS versie	ISO versie 7.4
Computer talen	FORTRAN 77, FORTRAN 77 subset, ADA, PASCAL
Computers	IBM PC's en compatibles, VAX, IBM mainframes, UNIVAC, HP9000, PRIME, SIEMANS, TANDEM, GOULD, PCS, BULL, CONVERGENT, KIENZLE, MOTOROLA, SUN, SPERRY, HONEYWELL, AT&T, APOLLO, CYBER en vele anderen
Graphics Devices	Tektronix (full range), RAMTEK, SIGMEX, APOLLO, SUN, DEC, C-ITHO, GIXI, PCS, QUME, IBM, Datagraph, HP, GENISCO, WESTWARD en vele anderen
Plotters	Benson, Calcomp, Hewlett Packard, Versatec, Watanabe, Zeta en anderen
Printers	Matrix printers (e.g. LA100, EPSON en Philips GP300A) Laser Printers (e.g. LN03, CANON, Olympia en QMS)
Digitizers	Calcomp and Summagraphics
PC-Screens	IBM EGA, TECMAR, Hercules, Olivetti, Mitsubishi, Galaxy, Duet, IBM Professional
Shared Image	Implementatie op VAX en Apollo

Voor verdere informatie over GKSGRAL kunt u contact opnemen met JCC.

Jaggers Computer Consultancy B.V., Schorpioenstraat 282,
3067 KW Rotterdam, Nederland. 010-456 5155

Ingeschreven in het handelsregister K.v.K Rotterdam onder nr. 137276



besturingssysteem: MS-DOS versie 2.0 of hoger
configuratie: 256 Kbyte
prijsindicatie: f 3250

produkt: Automated Reasoning Tool (ART)
ontwikkelaar: Inference
leverancier: - DEC
- Ferranti
hardware: Symbolics, TI en Sperry Explorer, Sun, LMI
Lambda, DEC VAX, MicroVAX
besturingssysteem: Common LISP
configuratie: 4 Mbyte, 240 Mbyte hard disk
prijsindicatie: f 200.000

produkt: Expert System Environment
ontwikkelaar: IBM
leverancier: IBM
hardware: VM-systemen
besturingssysteem: VM/CMS

produkt: Golden Common Lisp (GCLISP)
ontwikkelaar: Gold Hill Computers
leverancier: - BSE
- DEC
hardware: DEC Rainbow, IBM PC en compatibelen
besturingssysteem: MS-DOS versie 2.0 of hoger
configuratie: 512 Kbyte
prijsindicatie: f 2500

produkt: IF/Prolog
ontwikkelaar: Interface
leverancier: Diode
hardware: PCS/Cadmus
besturingssysteem: Munix
configuratie: 300 Kbyte
prijsindicatie: f 8900

produkt: Information Expert
ontwikkelaar: Management Science America
leverancier: MSA
hardware: IBM-systemen
besturingssysteem: MVS/TSO, VM/CMS

produkt: Interlisp-D
ontwikkelaar: USC Information Sciences Institute
leverancier: - Artificial Intelligence
- DEC
- Xerox
hardware: - DEC VAX, MicroVAX
- Xerox 1108 serie
besturingssysteem: - VMS, UNIX versie 4.1 en 4.2
- functioneert zelf als besturingssysteem
configuratie: 1,5 Mbyte, 10 Mbyte hard disk
prijsindicatie: f 40.000

produkt: IQLISP
ontwikkelaar: Integral Quality
leverancier: BSE
hardware: IBM PC, TI PC en compatibelen
besturingssysteem: MS-DOS
configuratie: 256 Kbyte
prijsindicatie: f 670

produkt: Knowledge Engineering Environment (KEE)
ontwikkelaar: Intellicorp
leverancier: - HP
- Sperry
hardware: - Explorer, LMI Lambda, Symbolics
- HP 9000/300
besturingssysteem: - LISP
- HP-UX

produkt: LISP/VM
ontwikkelaar: IBM
leverancier: IBM
hardware: IBM 370
besturingssysteem: VM/CMS

produkt: LPA Prolog
ontwikkelaar: Logic Programming Associates
leverancier: BSE
hardware: - Apple Macintosh
- DEC VAX, MicroVAX
- IBM PC en compatibelen
besturingssysteem: - Apple DOS
- UNIX
- CP/M 86, MS-DOS versie 2.0 of hoger
configuratie: 256 Kbyte onder MS-DOS
prijsindicatie: - Macintosh f 1700
- VAX f 4100
- MS-DOS f 1500

produkt: MProlog
ontwikkelaar: Computer Research and Innovation Center
leverancier: KTO
hardware: div. PC's, werkstations en grotere systemen
besturingssysteem: MS-DOS, UNIX e.a.

produkt: OPS5
ontwikkelaar: Carnegie-Mellon University
leverancier: - DEC
- K&H
- Tektronix
hardware: - DEC VAX, MicroVAX
- Sun en Tektronix werkstations
besturingssysteem: - UNIX versie 4.2, VMS versie 4.0 of hoger
- UNIX versie 4.2
prijsindicatie: vanaf f 1000

produkt: Poplog
ontwikkelaar: University of Sussex
leverancier: - K&H

hardware: - SPL
- Apollo en Sun werkstations
- DEC VAX, MicroVAX
- HP 9000/2000

besturingssysteem: - UNIX versie 4.2
- UNIX versie 4.2, VMS 4.2 of hoger
- UNIX versie 4.2

configuratie: 2 Mbyte en 50 Mbyte hard disk

prijsindicatie: vanaf f 20.000

produkt: Prolog-1

ontwikkelaar: Expert Systems International

leverancier: Tido

hardware: - 8086/8088-systemen
- DEC VAX, MicroVAX
- Z80-systemen

besturingssysteem: - CP/M 86, MS-DOS
- RSX-11, RT-11, VMS
- CP/M 80

configuratie: - 8086/8088 128 Kbyte
- VAX 64 Kbyte
- Z80 64 Kbyte

prijsindicatie: - CP/M 86 f 1800
- MS-DOS f 1800
- RSX-11 f 4900
- RT-11 f 4000
- VMS f 13.500
- CP/M 80 f 1350

produkt: Prolog-2

ontwikkelaar: Expert Systems International

leverancier: - DEC
- Tido

hardware: DEC Rainbow, IBM PC en compatibelen

besturingssysteem: MS-DOS

configuratie: 256 Kbyte

prijsindicatie: f 8900

produkt: Quintus Prolog

ontwikkelaar: Quintus Computer Systems

leverancier: - Apollo
- DEC
- K&H
- Xerox

hardware: - Apollo en Sun werkstations
- DEC VAX, MicroVAX
- Xerox 1108 serie

besturingssysteem: - UNIX, Interlisp-D
- UNIX, Interlisp-D
- Interlisp-D

prijsindicatie: f 25.000

produkt: SRL+

ontwikkelaar: Carnegie Group

leverancier: DEC

hardware: DEC VAX, MicroVAX

besturingssysteem: VMS

3-Angle

3-Angle Software & Services BV
Langsom 18
1066 EW Amsterdam
tel.: (020) 151137

Apollo

Apollo Computer BV
postbus 85010
3508 AA Utrecht
tel.: (030) 511822

Artificial Intelligence

Artificial Intelligence Ltd.
Intelligence House
Merton Road
Watford
Herts WD1 7BY
Groot-Brittannië

BSE

Bolesian Systems Europe BV
Hortsedijk 39
5708 HA Helmond
tel.: (04920) 23455

CPP

CPP Nederland
postbus 143
1380 AC Weesp
tel.: (02940) 15441

Adressen leveranciers

DEC

Digital Equipment BV
postbus 9064
3506 GB Utrecht
tel.: (030) 830911

Diode

Diode BV
Meidoornkade 22
3992 AE Houten
tel.: (03404) 91234

Ferranti

Ferranti Computer Systems Ltd.
Ty Coch Way Cwmbran
Gwent NP44 3LG
Groot-Brittannië

HP

Hewlett-Packard Nederland BV
Startbaan 16
1187 XR Amstelveen
tel.: (020) 5476911

IBM

IBM Nederland NV
postbus 9999
1006 CE Amsterdam
tel.: (020) 5133111

Intelligent Terminals

Intelligent Terminals Ltd.
George House
36 North Hanover Street
Glasgow G1 2AD
Groot-Brittannië

K&H

Koning en Hartman
postbus 125
2600 AC Delft
tel.: (015) 609906

KDS

KDS Corporation
934 Hunter Road
Wilmette, IL 60091
tel.: (09) 1.312.251.2621

KTO

Van't Klooster en Tideman BV
Herculesplein 269
3584 AA Utrecht
tel.: (030) 520854

Lithp

Lithp Systems BV
postbus 65
1120 AB Landsmeer
tel.: (02908) 4623

MathComp

MathComp BV
Parkweg 239
2271 BB Voorburg
tel.: (070) 870595

MSA

MSA International
Havenweg 24
4131 NM Vianen
tel.: (03473) 74424

Nixdorf

Nixdorf Computer BV
postbus 29
4130 EA Vianen
tel.: (03473) 72929

SCOS

SCOS Automation BV
postbus 9583
1006 GB Amsterdam
tel.: (020) 106922

Sperry

Sperry NV
postbus 22650
1100 DD Amsterdam
tel.: (020) 5677711

SPL

SPL Nederland BV
Handelscentrum Zeist
Huis ter Heideweg 22
3705 LZ Zeist
tel.: (03404) 24544

Tektronix

Tektronix Holland NV
postbus 226
2130 AE Hoofddorp
tel.: (02503) 13300

TI

Texas Instruments
postbus 12995
1100 AZ Amsterdam
tel.: (020) 5602911

Tido

Tido Data Systems
postbus 148
3700 AC Zeist
tel.: (03404) 14660

Wang

Wang Nederland BV
postbus 4
4100 AA Culemborg
tel.: (03450) 70911

Xerox

Rank Xerox Nederland BV
Maassluisstraat 2
1062 GD Amsterdam
tel.: (020) 5106911

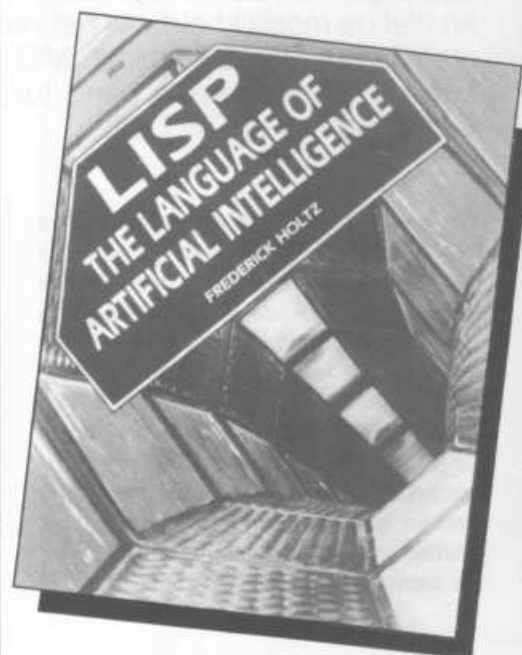
Theo van Gelder

LISP, the language of artificial intelligence door Frederick Holtz. 163 blz., afm. 24 x 19 cm. Enkele illustraties. ISBN 0 8306 0320 4. Uitg. TAB Books. Prijs \$ 16,95.

Uitgeverij TAB heeft jarenlang de strategie gehad om door middel van suggestieve titels en zwaar aangedikte inhoudsbeschrijvingen te proberen de verkoop van hun boeken te verhogen. In veel gevallen kwam het erop neer dat de veelbelovende titel op de voorpagina en de enthousiaste aanprijzing achterop een zeer povere inhoud omhulden (en verhulden). De laatste tijd lijkt TAB een enigszins andere koers te zijn gaan varen. Er zijn verscheidene boeken uitgekomen met een degelijke inhoud en een wat nuchterder aanprijzing, hoewel het sensatietoontje nog niet echt is verdwenen. Misschien heeft men ontdekt dat zo'n strategie op de lange termijn negatief werkt; tenslotte zal iemand die een of twee maal een duur boek koopt dat meer belooft dan het waarmaakt in het vervolg wel uitkijken.

Het boek "LISP, the language of artificial intelligence" valt een beetje tussen de oude en de nieuwe koers in. De titel lijkt nogal wat te beloven en in de tekst op de achterflap zijn allerlei bijzaken aangedikt, maar de inhoud valt alleszins mee. Het is een cursus LISP voor beginners en als zodanig ook zeker niet de slechtste. Het boek begint met het uitleggen van de belangrijkste datastructuur in LISP, de lijst.

Vervolgens komen rekenkundige bewerkingen aan bod, lijstbewerkingen, predikaten, in- en uitvoer, besturingsopdrachten, functies en procedures. Ook worden enkele specifieke eigenschappen behandeld van de gehanteerde versie van LISP, GCLISP (draaiend op PC's en compatibelen). Verder is er uitgebreide aandacht voor de grafische mogelijkheden van GCLISP, zowel in een apart hoofdstuk als in het aanhangsel.



Holtz legt de verschillende onderwerpen goed uit. Hij hanteert een logische opbouw en gebruikt heldere, korte voorbeelden. Ofschoon de titel anders doet vermoeden, komt kunstmatige intelligentie nergens anders aan bod dan in de inleiding. Iemand die LISP-georiënteerde literatuur op dat gebied zoekt zal aan dit boek weinig hebben, maar voor geïnteresseerden in de programmeertaal in het algemeen en GCLISP-gebruikers in het bijzonder is het een zeer bruikbare introductie. De uitgave onderscheidt zich echter niet wezenlijk van de andere boeken die er, ook in het Nederlands, over LISP zijn verschenen. Wat dat betreft is de prijs, die omgerekend op een kleine vijftig gulden uit zal komen, aardig in overeenstemming met de inhoud: niet goedkoop maar ook niet uitzonderlijk.

MEDES

Op weg naar zelfverklarend inferentiemechanisme

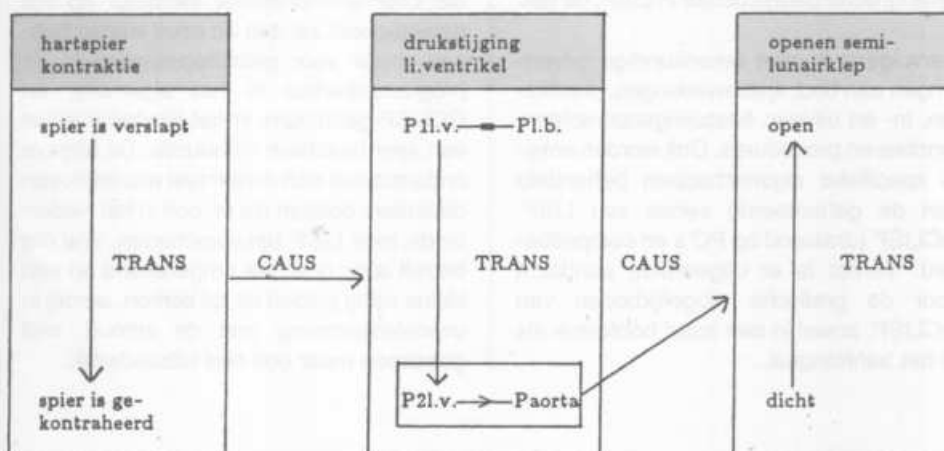
De huidige generatie expertsystemen heeft het nadeel dat bij een verzoek om een verklaring van een gevolgde redenering de gebruiker slechts inzage krijgt in de toegepaste regels. Wanneer hij hiermee ontevreden is en een nadere rechtvaardiging van de gevolgtrekkingen wil, laat het systeem hem in de steek. Het is dit probleem, en niet de moeilijkheid van het verzamelen van kennis, dat centraal staat in het MEDES-project. MEDES (MEDisch Expert Systeem) is een samenwerkingsverband tussen het Academisch Ziekenhuis Groningen en de TH Delft

Het is niet verwonderlijk dat het initiatief tot het MEDES-project uit Groningen komt. In het Academisch Ziekenhuis van Groningen werkt dr. P.F. de Vries Robbé. Hij is zowel medicus als informaticus. In 1978 promoveerde hij op het proefschrift 'Medische besluitvorming. Een aanzet tot formele geneeskunde' maar al in het begin van de jaren zeventig werkte hij aan een expertstelsel dat, op basis van causale netwerken, zou kunnen helpen bij het diagnosticeren van nierziekten. De samenwerking met de TH Delft is van

later datum: 1984. Juist in die tijd werd in Delft onder leiding van ir. H. de Swaan

Arons het expertstelsel Delfi ontwikkeld. De TH raakte bij het project betrokken nadat subsidiegever WVC had aangedrongen op een breder draagvlak. "De medisch-methodologische werkzaamheden voor het te ontwikkelen systeem worden in Groningen verricht, terwijl de technisch-methodologische aspecten in Delft worden uitgevoerd", heet het in de vier keer per jaar verschijnende MEDES-Nieuwsbrief.

Figuur 1. Kennis kan in verschillende maten van detail worden gerepresenteerd. Een causaal verband is bijvoorbeeld: een hartspiercontractie (= samentrekking) leidt tot een drukstijging in de linkerkamer en deze drukstijging zorgt voor het openen van een hartklep (de semilunairklep). Dit verband vloeit voort uit een onderliggende causale keten, het tweede niveau: de overgang ('Trans') van verslakte naar samengetrokken spier is er de reden van dat de druk in de linkerkamer, die gelijk is aan de druk in de linkerboezem, overgaat in een druk in de linkerkamer die groter is dan de druk in de aorta. Alleen wanneer dit laatste optreedt, wordt de semilunairklep geopend. Door zo als het ware steeds verder in de kennis af te dalen, ontstaat een gedetailleerder beeld van het ziekteproces.



In totaal is met het project een bedrag van anderhalf miljoen gulden gemoeid. Het systeem wordt ontwikkeld met het oog op gebruik door zowel huisartsen als specialisten. Daarbij gaat het niet zozeer om het opbouwen van een kennisbank, die voor beide groepen immers grote verschillen zou kunnen vertonen. Het is eerder de bedoeling een beeld te krijgen van het soort problemen die medici willen voorleggen aan een expertstelsel. De vraag wanneer een huisarts of specialist tevreden is met getrokken conclusies, heeft twee invalshoeken: hoe diep moet de kennis gaan en wat is de aard van de kennis.

Zo is een ervaringsfeit iets anders dan een causaal verband, hoewel ze beide in regels te vatten zijn.

Inmiddels is al het nodige onderzoek verricht naar het type vragen die medici hebben en staat een uitgebreidere enquête onder huisartsen en specialisten op stapel. De proefgebieden zijn: obstructieve longziekten (zoals astma), angina pectoris (hartaandoeningen) en tuberculose.

De gekozen opzet houdt in dat er nog geen sprake is van een operationeel systeem. In 1988 moet evenwel een prototype van MEDES gereed zijn.

Verklaringen

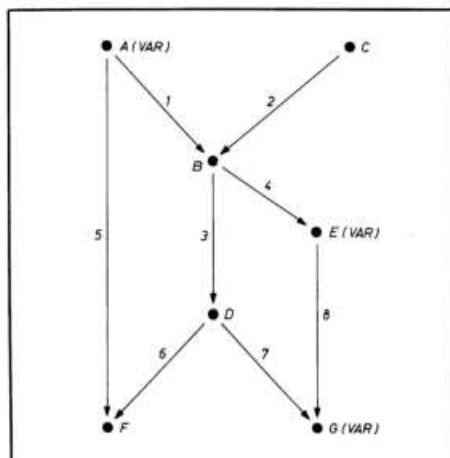
De bezwaren tegen de huidige expertsystemen richten zich met name op de uitlegfaciliteit. Verklaringen komen slechts tot stand via één traject: de route die door de regels wordt bepaald. Als in de regels alleen is vastgelegd dat men bij verzwakking van de spieren moet denken aan een verhoogde bloeddruk uit het hart, krijgt een arts nul op het rekest als hij vraagt naar de reden van dit verband. De huidige AI-wereld streeft er dan ook naar een expertstelsel te bouwen dat elke willekeurige denkstap naar believen kan herleiden. Het is de MEDES-projectgroep in Groningen gebleken dat zo'n opzet een geheel andere, veel rijkere, kennisstructuur vereist. Daarmee is er sprake van baanbrekend werk, dat aansluit bij internationale ontwikkelingen.

Kennistypen

Nu het principe van een door denkstappen bepaalde, doorlopende route niet langer bleek te voldoen, werd de oplossing gevonden in het aanbrengen van verschillende kennistypen (anderen zullen de term kennislagen prefereren). Door verschillende typen kennis op te slaan, wordt elke regel op een dieper niveau geruggesteund door (verklaard met) aanvullende informatie (figuur 1).

Bij het eerste type kennis gaat het veelal

om ervaringsregels ('Een verzwakking van de spieren doet denken aan een verhoogde bloeddruk uit het hart'). Vervolgens kunnen de causale relaties die liggen tussen beide verschijnselen worden blootgelegd. Daarna kan een wiskundig model het exacte verband van één van die causale ketens aangeven. Tenslotte kan het expertsysteem als het nodig is een anatomisch verband noemen ('Hart en en spieren zijn met elkaar verbonden via het bloed'). Door steeds verder af te dalen, ontstaat een gedetailleerder beeld van het ziekteproces.



Figuur 2. Een netwerk van al dan niet variabele toestanden met hun onderlinge relaties. De ene toestand kan de andere tot gevolg hebben.

Figuren 2, 3 en 4. bevatten een door De Vries Robbé in 1976 gepubliceerde structuur om met behulp van een computer ziekteprocessen te onderkennen. In figuur 2 staat elke knoop voor een bepaalde toestand, al dan niet in variabele vorm (bijvoorbeeld bloeddruk). De ene toestand heeft de andere tot gevolg, zoals nader aangeduid in figuur 3. Het blijkt nu mogelijk aan de hand van de opgave van een symptoom (of groep symptomen) de minimaal gemeenschappelijke oorzaken vast te stellen, zoals in figuur 4 waarin symptomen 'F' en 'Afname G(VAR)' zijn gegeven. Zijn deze oorzaken eenmaal bekend, dan kan het verband tussen deze oorzaken en de symptomen worden getoond. Het kan dan blijken welk verband (lees: ziekte) geldig is.

Het is in de toekomst aan het inferentiemechanisme van MEDES om deze conclusie te trekken en nog een stapje verder te gaan: het moet de geldigheid van elke relatie (pijl) nagaan door gebruik te maken van verschillende kennistypen.

Nieuwe conclusies

Volgens De Vries Robbé is het beter om te kiezen voor een dergelijke zelfverklarende structuur dan om een bepaalde regel aan te nemen om te maken met een stuk verklarende tekst, zoals dat momenteel bij sommige expertsystemen gebeurt. Tekst laat immers geen bewerking toe en dat betekent bijvoorbeeld dat verklarende regels op hun beurt niet kunnen worden verklaard. De controlemogelijkheden nemen eveneens af: een systeem kan dan niet nagaan of bepaalde causale relaties inderdaad voorkomen en bovendien in de juiste volgorde

```
===== AFDRUK RELATIES =====
1=
AFNAME VAN A(VAR) GEEFT B
2=
C GEEFT B
3=
B GEEFT D
4=
B GEEFT TOENAME VAN E(VAR)
5=
TOENAME VAN A(VAR) GEEFT F
6=
D GEEFT F
7=
D GEEFT TOENAME VAN G(VAR)
8=
TOENAME VAN E(VAR) GEEFT AFNAME VAN G(VAR)
```

Figuur 3. Meer specifieke aanduiding van de verbanden tussen de verschillende toestanden uit figuur 2. Als van dit netwerk enkele parameters (symptomen) bekend zijn, is het mogelijk om de gemeenschappelijke oorzaken te bepalen.

staan. Komen deze veronderstelde relaties niet voor, dan zal het causale verband verworpen moeten worden (mogelijk inclusief therapievoorstel!). De oorzakenreeks tussen de bloeddrukstoot en spierzwakte – om dit voorbeeld maar aan te houden – hoeft niet altijd dezelfde te zijn.

Controle op verschillende niveau's maakt een hoge 'aanvaardbaarheidsgraad' mogelijk bij een uiteindelijke conclusie. Wanneer de diepgang even ver gaat als de voorhanden zijnde menselijke kennis, kan elke bekend staande oorzaak worden achterhaald. In principe is het zelfs mogelijk om een nog nooit eerder voorgekomen oorzaak bloot te leggen. Projectleider De Vries Robbé hierover: "Je zou het lichaam in dit verband kunnen vergelijken met de

elektrische bedrading van een auto. Leg je genoeg kennistypen aan, dan stuit je vanzelf op het te verhelpen euvel. Ook al is draad X in het verleden nog nooit gebroken, op zo'n manier kan blijken dat draad X nu wel degelijk gebroken is."

Het is de verwachting dat het onderhoud van een kennisbank met behulp van verschillende kennisniveau's ook veel gemakkelijker gaat. De Vries Robbé: "Bij de huidige systemen is het zo dat wanneer je één regel toevoegt of verandert, je direct een aantal andere regels moet herschrijven. Verander je een regel, dan kan de hele re-

```
SYMPTOMEN:
F
AFNAME VAN G(VAR)

MINIMALE OORZAKEN:
B
TOENAME VAN A(VAR)

VERBAND:
B
D
F (SYMPTOOM)
TOENAME VAN E(VAR)
AFNAME VAN G(VAR) (SYMPTOOM)

TOENAME VAN A(VAR)
F (SYMPTOOM)
AFNAME VAN B
AFNAME VAN D
AFNAME VAN G(VAR) (SYMPTOOM)
```

Figuur 4. Als voldoende symptomen bekend zijn (hier zijn 'F' en 'Afname VAN G(VAR)' gegeven) dan kan het expertsysteem de oorzaken vaststellen en het verband tussen oorzaak en symptoom aantonen.

denering zich wijzigen. Het onderhoud van een kennisbank wordt dan een tijdrovende klus. Hoef je slechts één kennistype op een enkel punt te wijzigen, dan valt het onderhoud mee".

Inferentiemechanisme

Het is volgens de MEDES-projectgroep dan ook van belang dat het kennisdeel geheel los staat van bewerkingen als 'zoek verklaring voor' (of populairder: de waarom-vraag). Tot nu toe is dat niet het geval: de kennis is impliciet opgenomen in redeneerregels en kan daarvan niet worden losgemaakt. Zodoende is een overschakeling naar een ander kennistype niet mogelijk.

In Delft wordt momenteel gewerkt aan een inferentiemechanisme dat geschikt is voor

Systeem kan tot geheel nieuwe conclusies komen



ZOMERAANBIEDING!

Z-80 trainer - dé leerset waarmee de werking van een microprocessor pas echt duidelijk wordt-
nu inclusief **GRATIS** leerboek
van f 1641,--

voor **f 1499,--*** excl. BTW

* Betaling in termijnen mogelijk

Vraag gratis om inlichtingen bij:



Pentec v.o.f.

Pentec v.o.f.
Antwoordnummer 10016
2740 VB Waddinxveen

Belangrijke nieuwe cursus van NOVI:

Computernetwerken en datacommunicatie

Een nieuwe cursus die
inspeelt op een veel gehoorde
vraag vanuit de praktijk.

Neem voor informatie
kontakt op met NOVI, Ant-
woordnummer 2100, 3600 VB
Maarssen (een postzegel is niet
nodig). Of bel: 03465-60744.

NOVI: Nederlands Opleidingsinstituut voor Informatika.

Comtest V.24

Breakout box for RS-232C communications

Easily carried around, this high-quality breakout box and datacomm tester is a time and trouble-saving tool for engineers, computer salesmen and everyone else who installs, repairs and uses RS-232C communications equipment.

- Breaks and redirects all 25 signals
- Three-state indication on all signals
- Open circuit voltage test
- Current Loop test
- No batteries required
- Case and jumper cables included

Other products

X.21 (comprises X.20 and X.22)
Monitor/Breakout box, many test-
features, high performance/price.

Representatives for Holland

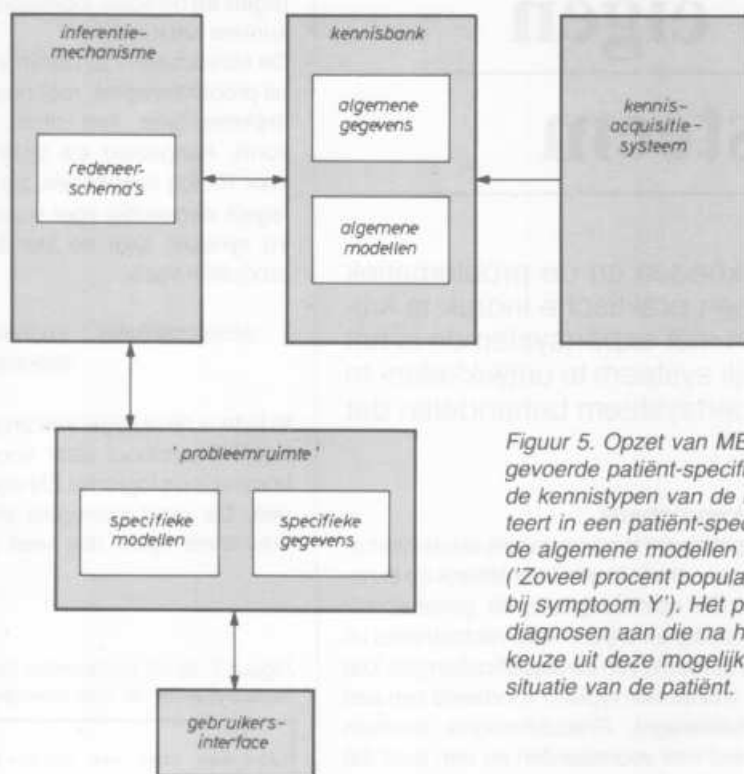
Databox, Tel: 010-14 73 66 (14 75 08), Tlx 23467 DABOX
Zero Electronics, Tel: 01804-30233, Tlx: 62058 ZERO

OEM and dealer enquiries welcome:

Jet Computer, Box 138, S-182 12 Danderyd, Sweden.
Tel: 08-753 31 45, Telex/Teletex: (Intl. 2401-) 812 60 28



f 325,--
ex BTW



Figuur 5. Opzet van MEDES. Het inferentiemechanisme tracht de ingevoerde patiënt-specifieke gegevens in te passen in de verschillende kennistypen van de kennisbank ('algemene modellen'). Dit resulteert in een patiënt-specifiek model. De algemene gegevens dienen de algemene modellen te onderbouwen met statistisch materiaal ('Zoveel procent populatie heeft ziekte X' of 'Zoveel procent ziekte X bij symptoom Y'). Het patiënt-specifieke model geeft alle mogelijke diagnoses aan die na het redeneren zijn overgebleven. Een nadere keuze uit deze mogelijkheden zal het model verder toesnijden op de situatie van de patiënt.

de afwijkende kennisrepresentatie van MEDES. Delfi-3 moet wel een onderscheid kunnen maken tussen de verschillende kennistypen. Op deze manier ontstaat plaats voor elk soort relatie (ervaringsregel, causale relatie enzovoort). Het inferentiemechanisme wordt expliciet: het is niet langer verstopt in de regels, maar bestaat uit een aantal op zichzelf staande redeneerinstruaties, die het mogelijk moeten maken informatie uit de andere kennistypen te halen (figuur 5).

Staat één symptoom voor meerdere ziekten, dan melden de huidige expertsystemen (bij het bereiken van een bepaalde zekerheidsgraad) alleen de eerste mogelijkheid die zich langs de afgezochte regels voordoet. Met het nieuwe inferentiemechanisme wordt het mogelijk gemaakt direct na te gaan waar zich het symptoom bevindt in de verschillende kennistypen van de kennisbank. Het systeem kan dan via verschillende kennistypen meerdere ziekten melden. De Vries Robbé: "Delfi-2 is bijvoorbeeld een conventionele shell: de eerst gevonden diagnose wordt in principe als de ware mogelijkheid aangenomen. Wil je weten welke andere mogelijkheden er nog zijn, dan kan het inferentiemechanisme die wel melden, maar slechts nadat de eerste mogelijkheid verworpen is. Wij wil-

len het inferentiemechanisme veranderen om alle mogelijkheden bij voorbaat gepresenteerd te krijgen. Het inferentiemechanisme moet daartoe zelf in regels worden gewapt."

Type vragen

De filosofie achter het Medisch Expert Systeem wil volgens de projectgroep in Groningen nog niet zeggen dat de kennisstructuur al helemaal is uitgedacht. De aard van de medische vragen zal bepalend zijn hoe diep de kennis moet gaan en in hoeverre er bijvoorbeeld behoefte is aan informatie over mogelijke therapieën en vervolgonderzoeken.

Aan de mens-machine-interface (aanraak-scherm, muis?) zal de het MEDES-team ieder geval slechts beperkte aandacht besteden. Hieraan wordt wereldwijd volgens de projectgroep al het nodige gedaan. In Groningen en Delft wil men zich concentreren op respectievelijk de gewenste kennisrepresentatie en de technische mogelijkheden daartoe.

Kennisacquisitie is eveneens ondergeschikt aan het centrale thema van MEDES: de manier waarop met kennis wordt omgegaan. Hoewel kennisacquisitie zodoende geen doel op zich is, zal het dankzij een speciale subsidie mogelijk zijn om een vol-

waardige kennisbank op te bouwen op het gebied van tuberculose. Door een nauwe samenwerking met de landelijke TBC-consulent, is de MEDES-projectgroep in staat een analyse te maken van de problemen die behandelende medici bij zo'n 20 procent van de TBC-gevallen kunnen onder-vinden.

"Misschien is het nog wel aardig om te vermelden", aldus plaatsvervangend project-leider drs. P.E. Zanstra, "dat we expert-systemen niet zien als vervangers van de medicus. Het is een puur beslissingsondersteunend systeem, zoals ook een boek dat is. In dit licht gezien is het dan ook onzinnig de prestaties van een expert-systeem te vergelijken met die van een medicus."

Literatuur:

- R. Davis, Meta-rules: reasoning about control; Artificial Intelligence, nr. 15 (1980), blz. 179-222.
- R. Davis, J. King, An overview of production systems; Machine intelligence 8; E.W. Elcock en D. Michie red., Chichester, 1977.
- B. Kuipers, J.P. Kassirer, How to Discover a Knowledge Representation for Causal Reasoning by Studying an Expert Physician; Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), 1983, blz. 49-56.
- P.F. de Vries Robbé, De computer bij het onderkennen van ziekteprocessen; Informatie, nr. 4 (1976), blz. 291-294.

Bouw een eigen expertsysteem

In een aantal artikelen zijn de mogelijkheden en de problematiek van expertsystemen behandeld. Om een praktische indruk te krijgen van het bouwen van en het werken met expertsystemen is het wellicht interessant om zelf een dergelijk systeem te ontwikkelen. In dit artikel zullen we een eenvoudig expertsysteem behandelen dat in Prolog is geschreven.

Bij het ontwikkelen van dit expertsysteem is PDProlog van Automata Design Associates als ontwikkelomgeving gebruikt. Deze programmeertaal is als public domain software beschikbaar voor MS-DOS computersystemen. In Nederland verspreidt onder andere de HCC PDProlog en ook is het programma te vinden op het Fido-netwerk van deze vereniging (zie ook de verwijzing aan het einde van dit artikel). De in dit artikel opgenomen programmalisting vormt een compleet, eenvoudig expertsysteem dat bedoeld is voor niet-commerciële toepassingen.

Bouw van het expertsysteem

Een expertsysteem heeft drie fundamentele bouwstenen: de kennisbank, het redeneermechanisme en de gebruikersinterface. Aan de specificatie daarvan gaat de keuze van het expertisedomein vooraf. Deze keuze bepaalt in sterke mate hoe het expertsysteem er uit komt te zien. Laten we uitgaan van een expertsysteem dat de classificatie van dieren in de dierentuin behandelt. Een klassiek voorbeeld, gezien het overbekende programma ANIMAL, en het leek dan ook een aardige gedachte om daarmee een wat volwassener expertsysteem te bouwen. Later zal blijken dat het ontstane systeem ook voor meer praktische toepassingen geschikt is.

De kennis in het gekozen domein bestaat uit eenvoudige classificatieregels. Een typisch voorbeeld is:

```
Als het dier een herbivoor is,
lange poten en een lange nek heeft,
een geelbruine kleur heeft
en donkere vlekken heeft,
dan is het een giraffe.
```

Het zullen dit soort regels zijn waaruit de kennisbank zal bestaan.

De kennisbank

Het probleem is nu om regels als de hierboven genoemde in een kennisbank op te nemen. De oplossing is in dit geval echter eenvoudig en blijkt in feite rechtstreeks uit het voorbeeld van de classificatieregels. Dat is in wezen een typisch voorbeeld van een produktieregel. Produktieregels bestaan uit deel met voorwaarden en een deel dat een actie of conclusie omschrijft. Dat gebeurt in de volgende vorm:

```
ALS (voorwaarde1,...,voorwaarde n)
DAN actie/conclusie
```

Bij deze vorm stellen de komma's logische EN-operatoren voor.

Een voorwaarde kan ook een actie of conclusie zijn. Dergelijke regels zijn de bijregels of ondersteunende regels. De uiteindelijke produktieregel heet ook wel conclusieregel. In het voorbeeld is de regel die de giraffe classificeert een conclusieregel. De voorwaarden bevatten ook een bijregel, namelijk *herbivoor*, die staat voor:

```
Als het dier een zoogdier is
en hoeven heeft,
dat is het een herbivoor.
```

En ook deze regel heeft weer een bijregel, namelijk:

```
Als het dier melk geeft
dan is het een zoogdier.
```

Deze definities zijn natuurlijk niet perfect en slechts als voorbeeld bedoeld. Wel blijkt

Beschrijving met listing in Prolog

hier al dat met het systeem van conclusieregels en bijregels ingewikkelde structuren kunnen ontstaan.

De kennisbank van dieren zal dus bestaan uit produktieregels, rest nog de praktische implementatie van deze representatievorm. Aangezien als ontwikkelomgeving voor Prolog is gekozen, zijn de produktieregels eenvoudig voor te stellen. In DEC-10 syntaxis luidt de standaardvorm van produktieregels:

```
actie/conclusie :- voorwaarde-1,...,
                    voorwaarde-n.
```

In feite is deze regel een propositie, waarin het ":-" symbool staat voor "als" en de komma's de logische EN-condities aangeven. De produktieregels en hun Prolog-equivalent lijken dus veel op elkaar. Zo

Figuur 1. In de basisversie bevat het voorbeeldsysteem de hier weergegeven kennis.

```
Als het dier een carnivoor is,
een geelbruine kleur heeft
en donkere vlekken heeft,
dan is het een jachtluipaard.
```

```
Als het dier een carnivoor is,
een geelbruine kleur heeft
en zwarte strepen heeft,
dan is het een tijger.
```

```
Als het dier een herbivoor is,
lange poten en een lange nek heeft,
een geelbruine kleur heeft
en donkere vlekken heeft,
dan is het een giraffe.
```

```
Als het dier een herbivoor is,
een witte kleur heeft
en zwarte strepen heeft,
dan is het een zebra.
```

```
Als het dier een vogel is,
niet kan vliegen,
lange poten en een lange nek heeft
en zwartwit gekleurd is,
dan is het een struisvogel.
```

```
Als het dier een vogel is,
niet kan vliegen,
kan zwemmen
en zwartwit gekleurd is,
dan is het een pinguin.
```

```
Als het dier een vogel is,
en goed kan vliegen,
dan is het een albatros.
```

```

jachtluipaard :- carnivoor, data(geelbruine_kleur),
                data(donkere_vlekken), tekst_1.

tijger :- carnivoor, data(geelbruine_kleur),
          data(zwarte_strepen), tekst_2.

giraffe :- herbivoor, data(lange_poten), data(lange_nek),
            data(geelbruine_kleur), data(donkere_vlekken), tekst_3.

zebra :- herbivoor, data(witte_kleur), data(zwarte_strepen), tekst_4.

struisvogel :- vogel, data(kan_niet_vliegen), data(lange_poten),
                data(lange_nek), data(zwart_witte_kleur), tekst_5.

pinguin :- vogel, data(kan_niet_vliegen), data(kan_zwemmen),
            data(zwart_witte_kleur), tekst_6.

albatros :- vogel, data(kan_goed_vliegen), tekst_7.

```

Figuur 2. Omzetting van de regels in figuur 1 naar het formaat van de informatie in de kennisbank, resulteert in de hier afgebeelde clauses. Het is mogelijk om deze gegevens uit te breiden of te veranderen. De meest efficiënte manier om dat te doen is met behulp van een tekstverwerker.

worden de voorbeelden van conclusie- en bijregels in Prolog:

```

giraffe :- herbivoor,
            data(lange_poten),
            data(lange_nek),
            data(geelbruine_kleur),
            data(donkere_vlekken),
            tekst_3.

herbivoor :- zoogdier,
             data(heeft_hoeven).

zoogdier :- data(geeft_melk).

```

Om onderscheid te maken tussen bijregels en feiten zijn de feiten in een aparte data-clause opgeslagen.

Het inferentiemechanisme

Nu de kennisbank in principe vastligt, moet daar het redeneermechanisme van het expertsysteem bijkomen. Standaard maakt Prolog gebruik van backward chaining, terugredeneren. Vaak is dit alleen reeds voldoende voor een werkbaar inferentiemechanisme maar dat geldt niet in dit geval. Backward chaining test slechts één conclusieregel en eindigt bij het vinden van de geldigheid of ongeldigheid van deze ene regel. De gegevens het expertsysteem bevat, zijn algemene kenmerken waar meer-

dere dieren aan kunnen voldoen. Het is dus zo dat meerdere conclusies geldig kunnen zijn, zonder dat de eindconclusie gerechtvaardigd is.

Het systeem moet dus in staat zijn alle verschillende mogelijkheden te testen. Hiervoor is het gebruik van forward chaining de meest geschikte oplossing. Voor deze toepassing is een simpele vorm van voorwaarts redeneren voldoende. Het hier geïmplementeerde inferentiemechanisme maakt gebruik van een lijst waar alle conclusieregels in voorkomen. De uiteindelijke oplossing heeft de volgende vorm:

```

pakclause(A) :-
    (A = [], fail, !);
    (C = A, (C = [D|E];
             C = [D], E = []),
     (not D; diagnose(D)),
     !, pakclause(E)).

diagnose(A) :-
    not A = [],
    write('Verder ? (ja/nee):'),
    read(X), cls,
    write(['conclusie is: ', A]),
    nl.

controle :-
    list(h, No, A), pakclause(A).

```

```

controle :-
    write('Nog een sessie ? :'),
    read(X),
    (X = ja, start; exitsys), !.

```

Er is apart data-element gedefinieerd dat de lijst met conclusieregels bijhoudt. Dit ziet er als volgt uit:

```

list(h, 1, [jachtluipaard, tijger, giraffe,
            zebra, struisvogel, pinguin]).

list(h, 2, [albatros]).

```

De eerste positie geeft met de letter h aan dat binnen dit data-element de conclusieregels zijn opgeslagen. Het getal geeft het aantal data-elementen weer dat voor de opslag van de conclusieregels is gebruikt en de mogelijke conclusies staan in de lijststructuur op de derde positie. Het gekozen redeneermechanisme werkt nu als volgt:

Het eerste element in de lijst, *jachtluipaard*, geeft de eerste regel weer en het inferentiemechanisme test deze op geldigheid. Blijkt de regel niet te gelden dan is het tweede element in de lijst aan de beurt, de regel voor de tijger. Dit proces gaat net zo lang door totdat een conclusie blijkt te gelden of totdat er alleen een lege sublijst overblijft.

Een opvallend kenmerk van deze implementatie is de lengte van de vereiste code.

Enkele korte regels vormen een krachtig inferentiemechanisme. Hieruit blijkt dat Prolog, in dit geval dus PDP Prolog, een geschikte ontwikkelomgeving is voor dit expertsysteem.

De gebruikersinterface

Een expertsysteem is pas echt nuttig als het in staat is uit te leggen hoe een oplossing van een probleem tot stand is gekomen. Dit uitlegmecanisme vormt een onderdeel van de gebruikersinterface. In ons expertsysteem is gekozen voor een zeer eenvoudig uitlegmecanisme. Iedere conclusieregel bevat namelijk als laatste conditie een clause die als functie heeft een verklarende tekst, behorende bij de conclusie, op het beeldscherm te laten verschijnen. Deze tekst verschijnt pas als aan alle condities is voldaan en legt uit hoe de oplossing tot stand is gekomen.

Een voorbeeld van een conclusieregel met een dergelijke tekst is de regel over de giraffe die eindigt met de conditie tekst_3 met daarin:

Compleet inferentiemechanisme in een paar clauses

```
tekst-3 :- nl,write('Als het dier een
herbivoor is,').nl, write('lange
poten en een lange nek
heeft,').nl, write('een geelbruine
kleur heeft,').nl, write('en
donkere vlekken heeft,').nl,
write('dan is het een giraffe,').nl.
```

De taak van de gebruikersinterface is het verzorgen van de communicatie tussen de eindgebruiker en het expertsysteem. Het is als het ware een doorgeefluik dat problemen aan het expertsysteem voorlegt en oplossingen met eventuele toelichting teruggEEft aan de gebruiker. In dit voorbeeld van een expertsysteem is een aantal meta-regels opgenomen die tijdens een sessie verklarende teksten op het scherm laten verschijnen. Verder biedt de gebruikersinterface de mogelijkheid om nieuwe regels aan de kennisbank toe te voegen en bestaande regels op te vragen.

Beperkingen PDProlog

Alvorens in te gaan op het vullen van de kennisbank, is het zinnig om een paar beperkingen van PDProlog te vermelden. De gebruikte versie 1.7 heeft een maximaal beschikbare geheugenruimte van circa 80 Kbyte. Dit is echter niet allemaal vrij voor programma-ontwikkeling en het werken met het expertsysteem. Ook allerlei interne en globale stacks maken van gebruik van dit geheugen. Dat maakt de ruimte voor het expertsysteem en de kennisbank nogal klein. (Inmiddels is een versie 1.9 beschikbaar die deze beperking niet heeft, red.)

In PDProlog ontbreken goede in- en uitvoermogelijkheden, zodat we regels alleen kunnen toevoegen, wijzigen en opslaan met behulp van een tekstverwerker. Daarbij geldt dat iedere hoofdregel aan het speciale data-element *list* moet worden toegevoegd. Bijvoorbeeld: stel dat we een conclusieregel over een haas in het bestand opnemen. Dan komt het data-element er als volgt uit te zien:

```
list(h,1,[jachtluipaard,tijger,giraffe,
zebra,struisvogel,pinguin]).
list(h,2,[albatros,haas]).
```

Als vuistregel geldt dat elk data-element niet meer dan zes hoofdregels moet bevatten.

Iets soortgelijks geldt voor de bijregels: Als we bijvoorbeeld *reptiel* in de kennisbank toevoegen, wordt het bijbehorende data-element:

```
list(b,1,[zoogdier,vogel,carnivoor,
herbivoor,tekst-1,tekst-2]).
```

```
list(b,2,[tekst-3,tekst-4,tekst-5,
tekst-6,tekst-7,reptiel]).
```

De optie in het menu om nieuwe regels toe te voegen is bruikbaar voor regels die slechts tijdelijk toegevoegd zijn. Deze nieuwe regels zijn echter niet naar een bestand te schrijven. Daardoor is PDProlog nauwelijks geschikt voor een wat serieuzere toepassing. Als de kennisbank te groot wordt, zal het programma naar alle waarschijnlijkheid vastlopen. Een oplossing hiervoor is de aanschaf van een volledige Prolog-licentie. Diverse mogelijkheden staan in het marktoverzicht vermeld.

Het vullen van de kennisbank

Het expertsysteem is nu compleet en het vullen van de kennisbank kan beginnen. Dit voorbeeldsysteem is bestemd voor de classificatie van dieren. Een mogelijkheid om de benodigde kennis te verkrijgen is het bezoeken van een dierentuin en het noteren van alle opvallende kenmerken van de aanwezige dieren. Een wat eenvoudiger manier is het raadplegen van een biologieboek. In de listing is uitgegaan van een beperkt aantal dieren, die in figuur 1 afzonderlijk vermeld staan.

Vervolgens moet de omzetting naar de kennisbank plaatsvinden. Nu komt de gekozen representatievorm van pas. Het resultaat van de omzetting van de regels in figuur 1 is in figuur 2 weergegeven. De complete listing van het expertsysteem, inclusief de kennisbank, staat in listing 1.

Een voorbeeld van het gebruik

Het laden van het systeem klaar gaat met de opdracht:

```
?- consult('expert.pro').
?- start.
```

Hierbij is *?* de normale prompt van Prolog. Het eerste scherm dat verschijnt, bevat een menu met keuze uit twee opties: het invoeren/inventariseren van regels en het activeren van het expertsysteem.

Na het activeren van het expertsysteem is het mogelijk om kenmerken in te voeren. Als we bijvoorbeeld uitgaan van de volgende eigenschappen: het dier is een herbivoor, heeft lange poten, een lange nek, een geelbruine kleur en donkere vlekken. Herbivoor is een bijregel en de invoer mag alleen uit feiten bestaan. De bijregel moet dus worden vervangen door de bijbehorende gegevens. Dit levert als extra kenmerken op: geeft melk en heeft hoeven.

Bij invoer van deze eigenschappen moeten ze in standaardnotatie staan. Alle overblijvende spaties moeten eruit en voor de

overblijvende spaties komen underscores te staan. Dit geeft de volgende lijst: lange-poten, lange-nek, geelbruine-kleur, donkere-vlekken, melk en hoeven.

Na het intypen van deze kenmerken komt het expertsysteem met de reactie:

```
Als het dier een herbivoor is,
lange poten en een lange nek heeft,
een geelbruine kleur heeft
en donkere vlekken heeft,
dan is het een giraffe.
De conclusie is: giraffe
```

Groeimogelijkheden

Het programma in listing 1 is in wezen vrij eenvoudig, maar geeft een goede indruk van de werking van een expertsysteem. De ervaringen met dit systeem kunnen ook in de praktijk hun nut bewijzen. Verder leent het programma zich in principe voor een aantal uitbreidingen. Daarbij valt te denken aan:

- Implementatie van een eigen backward chaining-mechanisme, dat een duidelijke scheiding maakt tussen de (meta-) regels die de werking van het expertsysteem bepalen en de regels die de kennisbank vormen.
- Een eenvoudige wijziging van het reeds geïmplementeerde forward chaining-mechanisme kan het expertsysteem laten werken met onvolledige informatie.
- Verbetering van het explicatiemechanisme.
- Het werken met waarschijnlijkheden in de kennis.

Met deze uitbreidingen kan een compleet expertsysteem ontstaan. Enkele van de genoemde aanvullingen zullen echter vrij veel werk met zich meebrengen, vooral de laatste, zodat het zin heeft om na te gaan of toepassing ervan wel nodig is.

Tenslotte

Met de gedachte om enige ervaring op te doen met expertsystemen, hebben we een eigen, klein expertsysteem ontwikkeld. Hierbij is een aantal algemene aspecten aan het licht gekomen. Zo blijkt Prolog van nature een geschikte ontwikkelomgeving voor het bouwen van expertsystemen. Ook is gebleken dat het geven, eenvoudige voorbeeld in staat is om een goed inzicht te verschaffen in de werking van expertsystemen.

De programmeertaal PDProlog, die als ontwikkelomgeving voor dit expertsysteem werd gebruikt, behoort tot de public domain software voor MS-DOS computers. In Nederland is PDProlog te verkrijgen bij de HCC en ook is het programma te vinden op het Fido-netwerk van deze vereniging. Voor meer informatie kunt u terecht bij: HCC Nederland, postbus 2249, 3500 GE Utrecht, tel.: (030) 946645.

Listing 1. Het voorbeeld van een expertsysteem in Prolog. De hier afgedrukte versie is bedoeld voor PDProlog. Ook hier geldt dat het raadzaam is om voor de invoer een tekstverwerker te gebruiken.

```

/* Eenvoudig expertsysteem voor niet-commerciële toepassingen

c1986 V.T. Bak */

/* de kennisbank */

list(h,1,[jachtluipaard,tijger,giraffe,zebra,struisvogel,pinguin]).
list(h,2,[albatros]).

list(b,1,[zoogdier,vogel,carnivoor,herbivoor,tekst_1,tekst_2]).
list(b,2,[tekst_3,tekst_4,tekst_5,tekst_6,tekst_7]).

/* de bijregels */

zoogdier :- data(heeft_haar).
zoogdier :- data(geeft_melk).
vogel :- data(heeft_veren).

vogel :- data(kan_vliegen),data(legt_eieren).
carnivoor :- zoogdier,data(eet_vlees).
carnivoor :- zoogdier,data(scherpe_tanden),data(heeft_klauwen),
data(kijkt_naar_voren).
herbivoor :- zoogdier,data(heeft_hoeven).

tekst_1 :- nl,
write('Als het dier een carnivoor is,').nl,
write('een geelbruine kleur heeft'),nl,
write('en donkere vlekken heeft,').nl,
write('dan is het een jachtluipaard,').nl.

tekst_2 :- nl,
write('Als het dier een herbivoor is,').nl,
write('lange poten en een lange nek heeft,').nl,
write('een geelbruine kleur heeft'),nl,
write('en donkere vlekken heeft,').nl,
write('dan is het een giraffe,').nl.

tekst_3 :- nl,
write('Als het dier een herbivoor is,').nl,
write('een witte kleur heeft'),nl,
write('en zwarte strepen heeft,').nl,
write('dan is het een zebra,').nl.

tekst_4 :- nl,
write('Als het dier een vogel is,').nl,
write('niet kan vliegen,').nl,
write('lange poten en een lange nek heeft'),nl,
write('en zwart-wit gekleurd is,').nl,
write('dan is het een struisvogel,').nl.

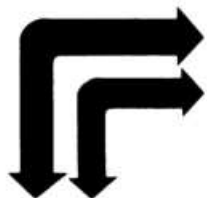
tekst_5 :- nl,
write('Als het dier een vogel is,').nl,
write('niet kan vliegen,').nl,
write('kan zwemmen'),nl,
write('en zwart-wit gekleurd is,').nl,
write('dan is het een pinguin,').nl.

tekst_6 :- nl,
write('Als het dier een vogel is,').nl,
write('en goed kan vliegen,').nl,
write('dan is het een albatros,').nl.

/* de conclusies */

/* Het simple forward chaining mechanisme dat een aanvulling
vormt op het standaard Prolog backward chaining mechanisme */

```



TIDO DATA SYSTEMS B.V.



ES/P ADVISOR

Uw expert system binnen één week in produktie!

ES/P Advisor is leverbaar voor personal computers en VAX'en.

Ons leveringsprogramma bevat ook: PROLOG-1, een complete implementatie van de AI taal.

PROLOG-2, de meest geavanceerde PROLOG ontwikkel omgeving.

ES/P Advisor haalt de toepassing van Artificial Intelligence uit de laboratorium sfeer en maakt direkte implementatie in elk kantoor mogelijk. De knowledge engineering bottleneck wordt vermeden. ES/P Advisor genereert uw expert system, meteen bruikbaar, eenvoudig te begrijpen en uitbreidbaar. Krachtig (tot 3000 regels) en snel, vrijwel onbeperkte door-groei mogelijkheden. Volledig Nederlandstalige versie leverbaar.

Alle faciliteiten zijn ingebouwd:

- ☐ herzien van eerder gegeven antwoorden
- ☐ uitleg van vragen
- ☐ waarom en hoe
- ☐ anticiperend invoeren van informatie
- ☐ tracing
- ☐ printen van adviezen
- ☐ onderbreken, bewaren en herstarten van sessies
- ☐ recapitulatie van adviezen
- ☐ uitgebreide help-ondersteuning
- ☐ ... en nog veel meer

INFORMATIE-BON

DB-7/8

Naam:

Adres:

Postcode:

Plaats:

Stuur mij informatie over: ☐ ES/P Prolog-1
☐ ES/P Prolog-2



TIDO DATA SYSTEMS B.V.

Postbus 148, 3700 AC Zeist
Telefoon 03404 - 1 44 60
email Memocom [27:] NL X 161

EXPERT SYSTEMS INTERNATIONAL



```

jachtluipaard :- carnivoor, data(geelbruine_kleur),
                data(donkere_vlekken), tekst_1.

tijger :- carnivoor, data(geelbruine_kleur),
          data(zwarte_strepen), tekst_2.

giraffe :- herbivoor, data(lange_poten), data(lange_nek),
          data(geelbruine_kleur), data(donkere_vlekken), tekst_3.

zebra :- herbivoor, data(witte_kleur), data(zwarte_strepen), tekst_4.

struivogel :- vogel, data(kan_niet_vliegen), data(lange_poten),
              data(lange_nek), data(zwart_witte_kleur), tekst_5.

pinguin :- vogel, data(kan_niet_vliegen), data(kan_zwemmen),
           data(zwart_witte_kleur), tekst_6.

albatros :- vogel, data(kan_goed_vliegen), tekst_7.

pakclause(A) :- (A = [], fail, !);
                (C = A, C = [D|E], E = []),
                (not D:diagnose(D)), !, pakclause(E)).

diagnose(A) :- not A = [], write('Verder ? (ja/nee):'),
                read(X), cls, write(['conclusie is: ', A]), nl.

controle :- list(h, No, A), pakclause(A).

controle :- write('Nog een sessie ? (ja/nee):'), read(X),
            (X = ja, start:exit:sys), !.

start :- retractall(data(_)), retractall(data(_,_)),
        tekst, keuze, controle, !.

keuze :- write('U kunt kiezen uit:'), nl,
        write(' 1 invoeren/inventariseren regels'), nl,
        write(' 2 activeren Expertsysteem'), nl,
        write('keuze ?'), read(X), (X = 1, startvoeg; invoer), !.

tekst :- cls,
        tab(10), write('Expert systeem met als doel:'), nl,
        tab(10), write(' Kijk of het systeem de juiste conclusie'), nl,
        tab(10), write(' kan trekken op grond van de kenmerken'), nl.

```

```

tab(10), write(' van een bepaalde diersoort en op basis'), nl,
tab(10), write(' van de gegeven regels'), nl, nl,
tab(10), write(' Gegeveninvoer moet gebeuren in de'), nl,
tab(10), write(' vorm van bijvoorbeeld:'), nl, nl,
tab(11), write(' geelbruine_kleur'), nl, nl,
tab(10), write(' Voer start. in om verder te gaan'),
read(X), cls.

invoer :- cls, nl, nl,
        tab(10), write('U kunt nu de gegevens invoeren.'), nl,
        tab(10), write(' Eindigen gaat met: klaar.'), nl,
        repeat, write('>>'), read(X),
        (X = klaar, cls, !; assertz(data(X)), fail)).

/* Het toevoegen van nieuwe regels aan het expertsysteem */

startvoeg :- tekst2, read(X), (X = 1, invoerw, voegtoe; verander), !.

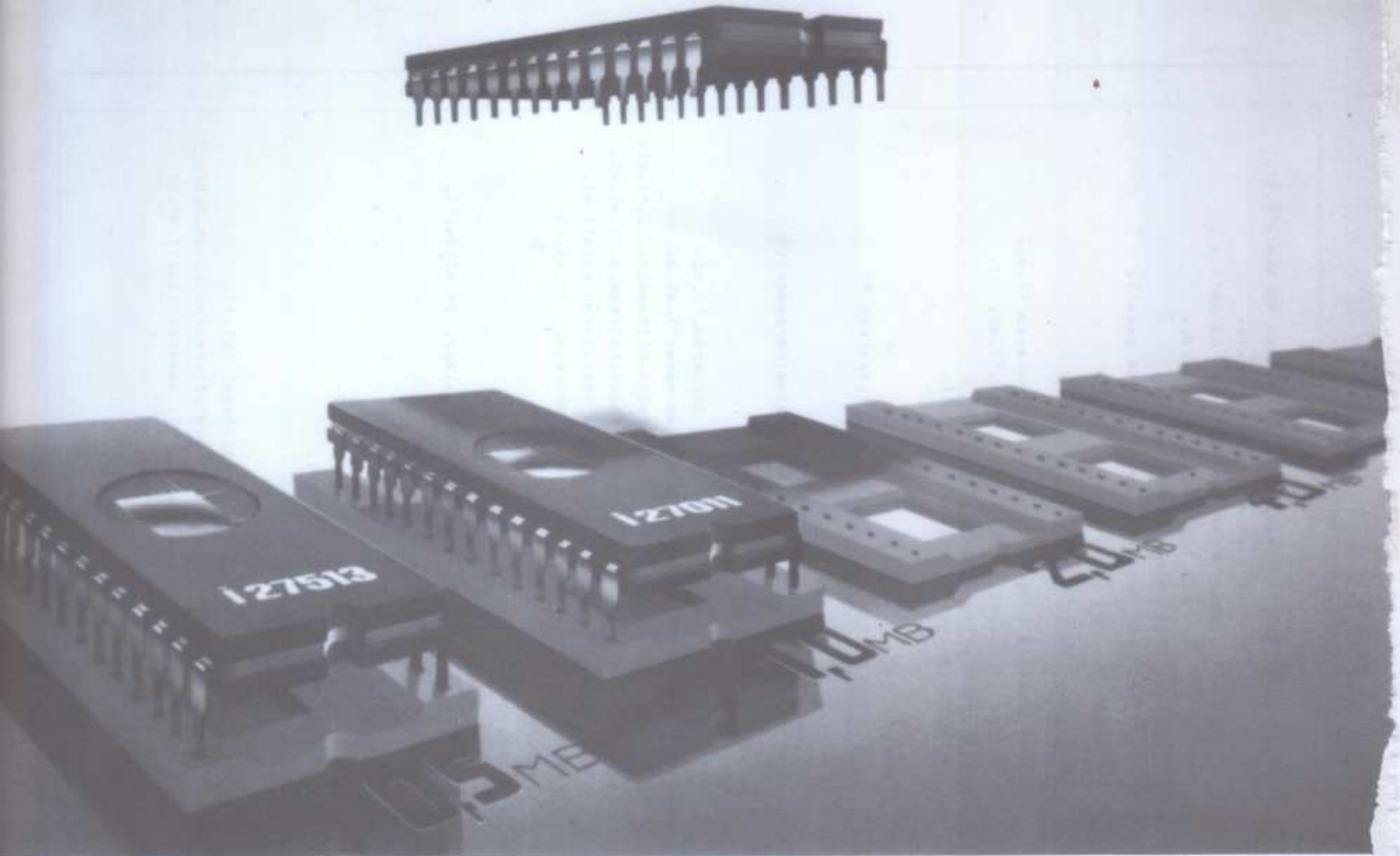
invoerw :- cls, nl,
        tab(10), write('U kunt nu uw regels invoeren.'), nl,
        tab(10), write(' Iedere regel heeft de vorm:'), nl, nl,
        tab(10), write(' hoofregel :- data(feit), bijregel{...}, nl,
        tab(10), write('          data(feit), bijregeln.'), nl, nl,
        tab(10), write(' De volgende logische operatoren zijn'), nl,
        tab(10), write(' toegestaan in een hoofregel: '), nl, nl,
        tab(10), write(' (en)'), nl,
        tab(10), write(' ; (of)'), nl,
        tab(10), write(' :- (als)'), nl, nl,
        tab(10), write(' Voer nu uw regels in (klaar. is einde)'),
        nl, nl, nl, !.

voegtoe :- repeat, write('>>'), read(X),
        (X = klaar, cls; functor(X, F, T), X =.. Y,
         assertz(X), bepaling(Y, F), fail).

bepaling(Y, N) :- [(-, Z1|_) = Y,
                  write('Hoofregel (h) of bijregel (b):'),
                  read(X), aantal(X, N1), list(X, N1, Z), retract(list(X, N1, _)),
                  append(Z, Z1, Z2), vertaal(Z2, Z3), assertz(list(X, N1, Z3)), !.

bepaling(Y, N) :- !.

```



ZOJUIST GEARRIVEERD, DE MEGABIT EPROM'S

*Intel introduceert en levert
de 1 Megabit Eprom in 3
varianten:*

1 Als eerste de 27011, een pagina-adresseerbare versie. Voortbordurend op het met de 27513 (512 K dichtheid) geïntroduceerde concept waar door middel van individueel te adresseren blokken van 16 K byte dichtheden tot 32 M bit in de standaard 28-pens behuizing zijn onder te brengen.

2 De 27010 heeft de standaard per byte adresseerbare opbouw en komt in een 32-pens behuizing. Deze uitvoering is wat opbouw betreft gelijk aan de vorige Eprom generaties en biedt maximale flexibiiteit aan de ontwerper.

3 Met de 27210 slaan we een nieuwe weg in. Deze versie is woord-breed (16 bit) georganiseerd en heeft de adreslijnen aan één zijde en de datalijnen aan de andere zijde van de 40-pens behuizing. Een ideale oplossing voor toepassingen waar de nieuwe 16-bit en 32-bit microprocessoren als 80286 en 80386 of eventuele concurrenten worden gebruikt. De 1 Megabit Eprom van Intel biedt U de keuze uit 3 versies en is nu leverbaar.

Gebruik de bon om alles te weten over de nieuwe 1 Megabit Eproms.

intel

BON

voor meer info over
de 1 Megabit Eproms

Naam : _____
Bedrijf : _____
Afdeling : _____
Adres : _____
Postcode : _____
Plaats : _____
Telefoon : _____

86A380

Bon naar Intel Semiconductor (Benelux) B.V.
Antwoordnummer 3240, 3000 BW Rotterdam
Een postzegel is niet nodig.

☐ Koning en Hartman Elektrotechniek BV
DELFT 015-609906

☐ Inelco N.V.
BRUSSEL 2-2160160

```

append([],X,X).

append([X|Y],Z,[X|Z1]) :- append(Y,Z,Z1).
append([],X,[X]).

vertaal([X,Y,Z,Z1,Z2|Z3],[X,Y,Z,Z1,Z2,Z3],6).
    not(Z3 = []).

vertaal([X,Y,Z,Z1|Z2],[X,Y,Z,Z1,Z2]) :- lengte([X,Y,Z,Z1,Z2],5).
    not(Z2 = []).

vertaal([X,Y,Z,Z1,Z2],[X,Y,Z,Z1]) :- lengte([X,Y,Z,Z1],4),not(Z1 = []).

vertaal([X,Y|Z],[X,Y,Z]) :- lengte([X,Y,Z],3),not(Z = []).

vertaal([X|Y],[X,Y]) :- lengte([X,Y],2),not(Y = []).

vertaal([X],[X]) :- lengte([X],1),not(X = []).

vertaal([],[]).

/* bijhouden van het aantal aanwezige hoofd- en bijregels */

num(h,2).

num(b,2).

aantal(H,N1) :- num(H,No),list(H,No,A),lengte(A,N3),
    (N3 > 5,N1 is No + 1,assertz(list(H,N1,[])),
    assertz(num(H,N1)),retract(num(H,No)),N1 is No).

tekst2 :- nl,nl,nl,cls.
    tab(10),write('U kunt regels toevoegen of inventariseren.').nl,
    tab(10),write('De regels zijn opgebouwd uit').nl,
    tab(10),write('hoofdregele en bijregels.').nl,
    tab(10),write('Elke hoofdregel is opgebouwd uit bijregels.').nl,
    tab(10),write('en kan uiteindelijke conclusie voorkomen.').nl,
    tab(10),write('U kunt kiezen uit:').nl,
    tab(10),write(' 1 toevoegen').nl,
    tab(10),write(' 2 inventariseren').nl,nl,
    tab(10),write('Uw keuze ?').

verander :- tekst3,read(X),(X = 1,overzicht;(X = 2,bekijk)),cls.

tekst3 :- cls,nl,nl,nl,
    tab(10),write('U kunt nu regels inventariseren.').nl,
    tab(10),write('met de volgende keuzemogelijkheden:').nl,nl,
    tab(10),write(' 1 overzicht van regels').nl,
    tab(10),write(' 2 bekijken van een regel').nl,nl,
    tab(10),write('Uw keuze ?').

overzicht :- nl,nl,
    tab(10),write('Wilt u hoofd- (h) of bijregels (b) zien ?'),
    read(X),toon_regel(X),write('nog meer ? (ja/nee)'),
    read(Y),(Y = ja,overzicht;cls).

toon_regel(X) :- list(X,N,A),pakregel(A).

toon_regel(X) :- !.

pakregel([X|Y]) :- write(X),nl,pakregel(Y),!.

pakregel([X|Y]) :- fail,!.

bekijk :- nl,nl,
    tab(10),write('Welke regel wilt u bekijken (geef de)').nl,
    tab(10),write('naam van de betreffende regel:').read(X),
    listing(X),nl,nl,
    tab(10),write('Nog meer ? (ja/nee)'),
    read(Y),(Y = ja,bekijk;true).

retractall(X) :- retract(X),fail.
retractall(X) :- retract(X :- Y),fail.
retractall(_).

lengte([],N) :- lengte([],Mt,N).
lengte([X|Y],N) :- lengte([X|Y],O,N).
lengte([],Mt,N) :- N is Mt,!.
lengte([X|Y],Mt,N) :- Mt is Mt + 1,lengte(Y,Mt,N).

```

Een supercomputer gebaseerd op micro's

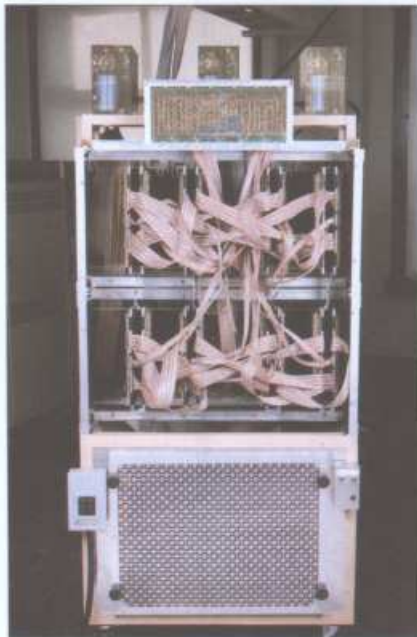
De afdeling Natuurkunde van de Columbia University heeft een relatief eenvoudige parallelle supercomputer ontwikkeld. Het systeem is opgebouwd uit onafhankelijke processorkaarten, en hoewel iedere afzonderlijke verwerkingsprint van de computer in complexiteit gelijk is aan een microcomputer, zijn ze gecombineerd in staat een verwerkingssnelheid te bereiken die vergelijkbaar is met die van de snelste huidige mainframe supercomputers. Dit artikel beschrijft de computer en gaat in op de bijbehorende software.

De computer van de universiteit van Columbia bestaat uit een aantal parallel werkende microprocessors (foto 1). Microcomputers worden op universiteiten onder meer gebruikt in experimenteel onderzoek, voor het bewaken en besturen van apparaten en voor het uitvoeren van analyses. Voor de grootschalige simulaties die gebruikelijk zijn in theoretische wetenschappen, is het verwerkingsvermogen van micro's echter onvoldoende. De komst van numerieke processoren als de 8087 en de 80287 bracht geen verandering in deze situatie. De snelheid van 100.000 drijvende-komma berekeningen per seconde, wat gebruikelijk is voor een microcomputer die op een 8086/8087 combinatie is gebaseerd, ligt nog altijd een factor 1000 onder die van een Cray-1 supercomputer. Sinds enige tijd zijn er echter rekenchips op de markt die tot 10 Mflops halen, en derhalve fundamenteel hogere snelheden mogelijk maken. Het is tegenwoordig buitengewoon aantrekkelijk voor gebruik bij theoretische wetenschappen om deze IC's aan microprocessors te koppelen, speciaal als de betreffende afdelingen met een beperkt universiteitsbudget moeten werken. Door gebruik te maken van parallelle architecturen is het dan mogelijk om apparaten te bouwen die qua verwerkingscapaciteit in de klasse supercomputers vallen. Het hier beschreven project is een voorbeeld van deze benadering.

Dergelijke snelle drijvende-komma optellers en vermenigvuldigers worden tegenwoordig verkocht door Weitek, TRW, Advanced Micro Devices en Analog Devices in de prijsklasse tussen de f 500 en de f 5000 per stuk. Natuurlijk kunnen deze chips niet alleen een complete numerieke coprocessor vormen. Ten eerste zijn er ex-

terne opslagregisters nodig voor een koppeling aan een standaard 16-bit bus en ten tweede moet er een aantal stuursignalen gegeven worden om de gewenste volgorde van wiskundige berekeningen te bewerkstelligen. Voor een complete drijven-

Foto 1. De parallelle computer van de universiteit van Columbia.



**Combinatie
van microcomputers
resulteert
in capaciteit
van supercomputer**

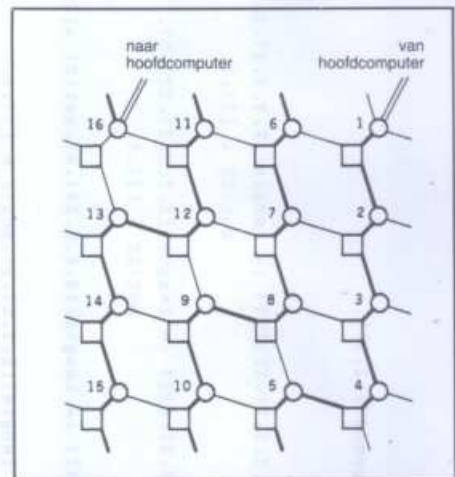
de-komma opteller en vermenigvuldiger zijn totaal ongeveer twaalf IC's nodig.

Vectorprocessor

Zo'n numerieke coprocessor heet ook wel vectorprocessor vanwege zijn mogelijkheid tot het uitvoeren van een serie vergelijkbare handelingen op een reeks gegevens (of vector). Een dergelijke vectorprocessor bezit de snelheid en de eigenschappen van in de handel verkrijgbare arrayprocessors. Als numerieke eenheid is hij niet zo algemeen toepasbaar als een 8087 of een 80287 coprocessor. Aangezien hij gebruik maakt van een pijplijn, is de rekensnelheid alleen maximaal als een serie vergelijkbare handelingen opeenvolgend verricht kan worden. Tevens werken de snelsten van dit soort chips met 22- of 32-bit data (enkelvoudige precisie), hetgeen aanzienlijk minder is dan de 80-bit data die de 8087 intern gebruikt.

Bij toepassingen waar zulke beperkingen acceptabel zijn, kan een enkele vectorprocessor als randapparaat aan een personal computer worden toegevoegd om de verwerking tot honderd maal sneller te laten verlopen. Voor het bereiken van de snelheid van een supercomputer is het echter

Figuur 1. Het verbidingsnetwerk voor de zestien verwerkingseenheden. De vierkantes representeren datageheugens en de cirkeltjes geven de processoren weer.



noodzakelijk een groot aantal van dit soort eenheden aan elkaar te koppelen. Op de universiteit hebben we de verwerkingseenheden onderling in een tweedimensionaal netwerk als in figuur 1 verbonden. De afzonderlijke processoren werken volledig onafhankelijk. Ze communiceren onderling door gelijktijdig het geheugen van een aangrenzende CPU te lezen of te beschrijven. Zo'n verbinding is heel eenvoudig in hard-

ware te realiseren en is bovendien erg snel. En een dergelijk netwerk is bijzonder geschikt voor berekeningen met betrekking tot homogene systemen, waarbij elke CPU na iedere stap de gegevens (krachten, deeltjes, snelheden en dergelijke) alleen maar naar de aangrenzende processoren hoeft door te geven.

Processorarchitectuur

Elke verwerkingsprint in de computer bevat een afzonderlijke microcomputer, opgebouwd zoals in figuur 2 weergegeven. De onderdelen zijn op een enkele printplaat ondergebracht, zoals op foto 2 te zien is. Deze combinatie van een 80286/80287, 32 Kbyte RAM en 16 Kbyte ROM, gekoppeld aan een Multibus, is tamelijk standaard voor dergelijke kaarten. Het RAM-geheugen (16 snelle statische chips met een toegangstijd van 45 ns) en het ROM-geheugen (twee 2764 EPROM's) zijn di-

rect verbonden met de datalijnen van de 80286, om zo een lokale databus te vormen. Ze worden aangestuurd met een standaard decodeercircuit (drie 74LS139 chips).

De bidirectionele Y-bus is de ruggegraat (en het knelpunt) van het systeem. Aangezien de in- en uitgangspoorten ervan verbonden zijn met de vier aangrenzende verwerkingsprinten, kan hij zowel gebruikt worden door de 80286 als door de vectorprocessor voor de externe communicatie van de processorkaart. Daarbij geeft de bus de mogelijkheid tot toegang tot twee geheugenbanken. Deze banken zijn eveneens opgebouwd uit statische geheugen-IC's en hebben elk een grootte van 64 Kbyte. Dit lijkt voor de 80286 een extra 128 Kbyte, snelle RAM. Het geheugen is echter ook te adresseren door de vectorprocessor. Daarbij hebben de banken een

cyclustijd van 125 ns waar het een reeks opeenvolgende (pijplijn-)toegangen van de vectorprocessor betreft.

Op zowel de twee banken datageheugen als op het plaatselijke programmeergeheugen wordt een pariteitscontrole uitgevoerd. Hoewel de foutcontrole werd ingebouwd met het oog op het detecteren van defecte geheugenchips, is de belangrijkste bijdrage ervan geweest dat het softwarefouten en verkeerde instructie-uitvoering in de vectorprocessor aan het licht bracht.

Het laatste hoofdelement in figuur 2 is de X-bus, die voorziet in een tweede unidirectioneel kanaal van het datageheugen naar de vectorprocessor. Door onafhankelijk gebruik te maken van de twee bussen, kan de overdracht van de vectorprocessor van en naar het datageheugen gebeuren met een snelheid van 32 Megabyte per seconde.

Rand-IC's

Verder bevat elke kaart de nodige standaard-IC's. Een 82284 klokgenerator genereert de klok- en ready-signalen, terwijl een 82288 busbesturing de signalen voor de lees- en schrijfacties verzorgt (zie figuur 3). Er is een master/slave-schakeling die ervoor zorgt dat elke verwerkingseenheid zowel kaarten kan besturen als door andere CPU's aangestuurd kan worden. De signalen voor het schakelen van deze toestanden verzorgt een 82289, waarbij een tweede 82288 de commando's genereert die van de kaart afkomen. Een stel adresbuffers (drie stuks 74LS373) verzorgt de adressen op board en een tweede stel (drie 8287's) stuurt de adreslijnen van de Multibus aan.

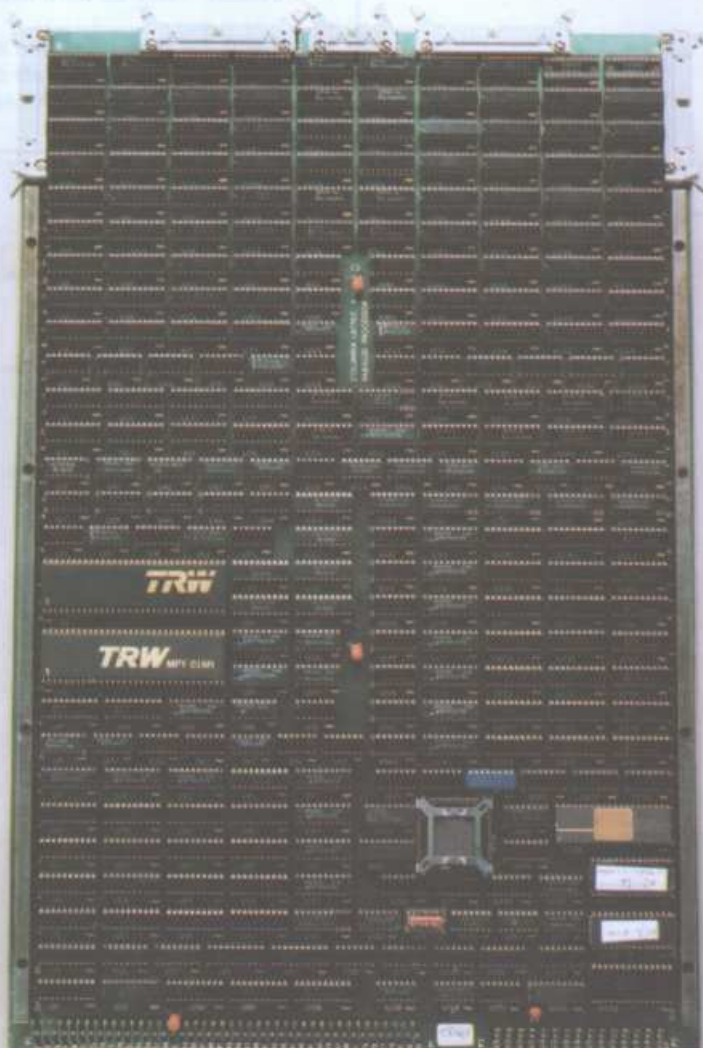
Op een vergelijkbare manier isoleren twee 8287 bustranceivers de datalijnen van de Multibus van die van de 80286, terwijl een tweede stel de lokale databus koppelt aan de Y-bus van figuur 2. Door een lokale Multibus te gebruiken (er is een aparte Multibus-uitbreidingskast met vier connectoren voor iedere verwerkingsprint) was een eenvoudige uitbreiding van de opslagcapaciteit van de machine mogelijk te maken.

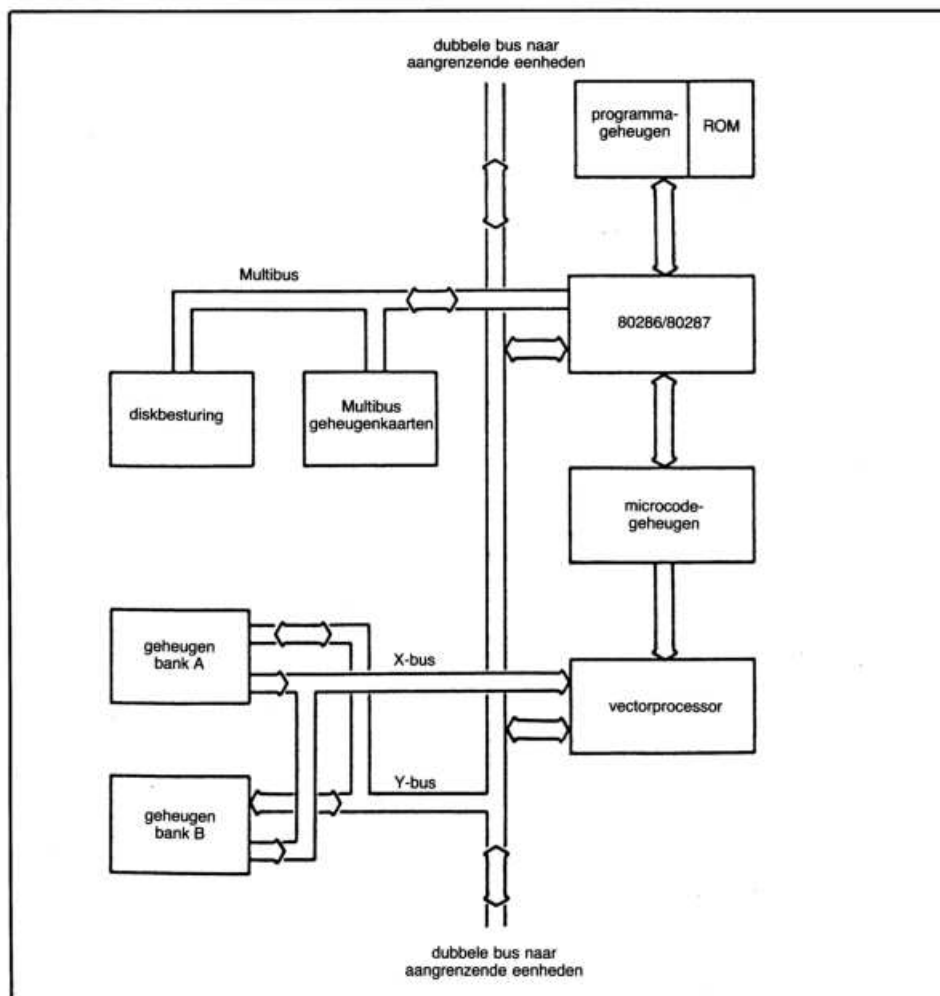
Achtergrondgeheugen

Op dit moment zijn er twee 512 Kbyte geheugenkaarten toegevoegd aan verwerkingseenheid. Met zestien eenheden geeft dit in totaal een geheugen van 16 Mbyte. Ofschoon dat een vrij groot geheugen is, bleek het te klein om meer omvangrijke berekeningen mee uit te voeren. Daarom werden aan iedere vierde Multibus een diskontroller en een 470 Mbyte hard disk drive gekoppeld.

Om met het achtergrondgeheugen te kun-

Foto 2. Een complete processorkaart met 80286/80287, vectorprocessor en geheugen die als geheel een van de verwerkingseenheden binnen de parallelle computer vormt.





Figuur 2. Een afzonderlijke verwerkings-eenheid is opgebouwd zoals in dit blok-schema.

nen werken, verloopt de overdracht van het geheugen naar de disk in twee stappen, zoals bij een emmertjesgeheugen. Eerst wordt de data overgebracht naar de processor die verbonden is met de disk. Daarbij komen de gegevens terecht in een gereserveerd deel van het geheugen. Vervolgens wordt de diskcontroller geactiveerd en deze kopieert de data van het geheugen naar de disk. Het lezen van een bestand van disk gaat in omgekeerde volgorde.

Overigens worden deze stappen gewoonlijk in veelvoud van vier uitgevoerd, waarbij alle vier de disk drives gelijktijdig werken. Een file die bestaat uit data die is verdeeld over alle 16 verwerkingsprinten, zal in vier delen gelijktijdig op de vier disks worden opgeslagen.

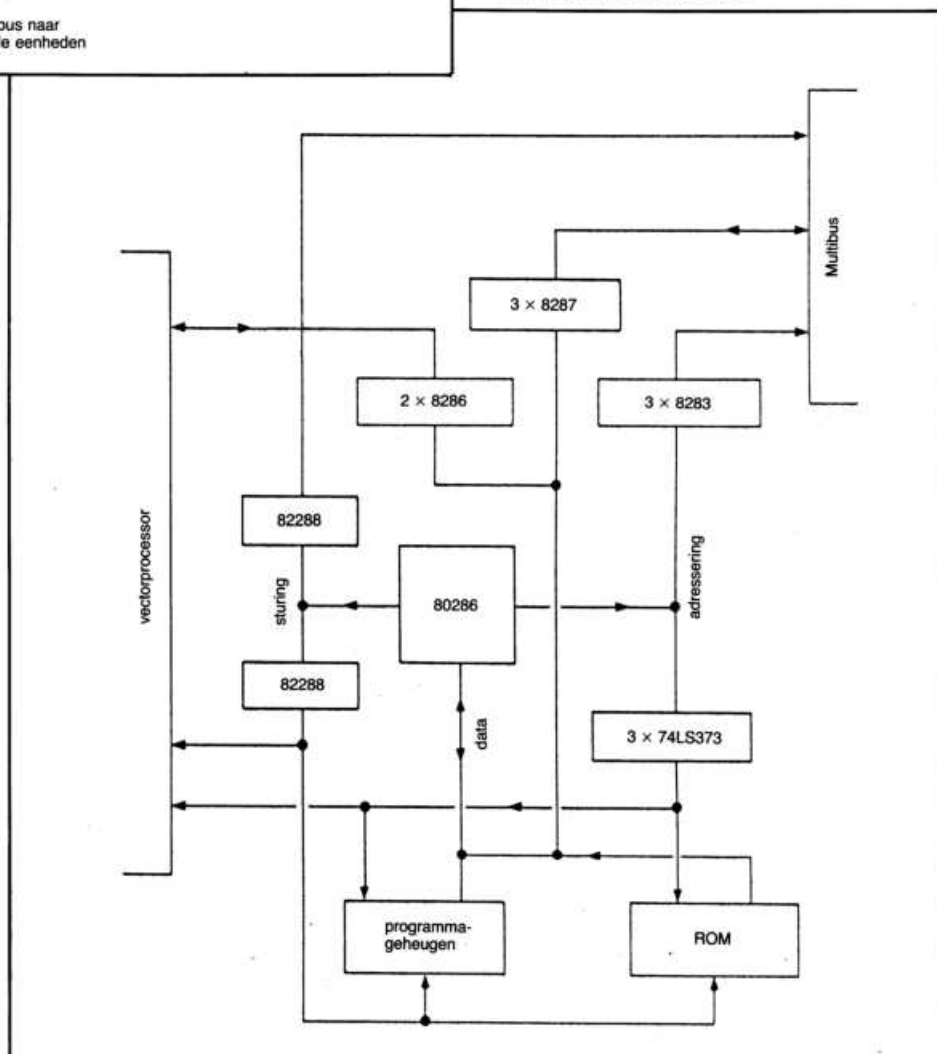
De indeling van de hardware blijkt ook nog eens uit tabel 1, waarin de geheugenindeling van het systeem staat (gezien vanuit de 80286). Alleen de sturing van de Multibus en het opstartprogramma liggen boven de eerste Megabyte van het 16 Mbyte gro-

te adresseringsbereik van de 80286. Daardoor zullen alle reguliere programma's draaien vanuit het snelle, direct adresseerbare gebied.

Parallele architectuur.

Hoewel iedere verwerkingsprint in de machine bestaat uit een processor en geheugen, is het zinnig het systeem te zien als een tweedimensionale matrix van geheugens, waarbij de aangrenzende verwerkingsprints aan elkaar gekoppeld worden door de verwerkende elementen (figuur 1). Voor een tweedimensionaal probleem met alleen fysische wisselwerking tussen aangrenzende punten, is deze oplossing duidelijk optimaal: We verdelen het gehele probleem simpelweg in 16 identieke gebieden, waarbij ieder gebied overeenkomt met een verwerkingseenheid van de machine. Berekeningen binnen een bepaald gebied hebben alleen gegevens nodig van aangrenzende gebieden. Bovendien is er in elke situatie een processor die toegang tot beide betrokken gebieden heeft. Die processor voert de berekening direct uit,

Figuur 3. De schakeling rond de 80286 met het programmeergeheugen, de busbesturing, de sturing van de vectorprocessor en de interface met de Multibus.



adres _[16]	functie	
FC0000 – FFFFFF	EPROM met het opstartprogramma en de synchronisatie-routines.	
F40000 – FBFFFF	Multibus adressering	
0FC000 – 0FFFFF	EPROM met het opstartprogramma en de synchronisatie-routines.	
0E0000 – 0FNFFF	gedecodeerde adreslijnen voor besturingssignalen	
0D0000 – 0DFFFF	bank A	lokaal datageheugen
0C0000 – 0CFFFF	bank B	lokaal datageheugen
0B0000 – 0BFFFF	bank A	extern datageheugen van
0A0000 – 0AFFFF	bank B	eenheid in y-richting
090000 – 09FFFF	bank A	extern datageheugen van
080000 – 08FFFF	bank B	eenheid in x-richting
066000 – 066FFF	microcode, bit 30 – 37 _[16]	
064000 – 065FFF	microcode, bit 20 – 2F _[16]	
062000 – 063FFF	microcode, bit 10 – 1F _[16]	
060000 – 061FFF	microcode, bit 00 – 0F _[16]	
024000 – 025FFF	startsignaal van de vectorprocessor en adressen voor data-overdracht	
020000 – 023FFF	gedecodeerde adreslijnen voor besturingssignalen	
000000 – 007FFF	programmageheugen van de microprocessor	

Tabel 1. Geheugenindeling van een verwerkingskaart, inclusief adressering van het externe geheugen, gezien vanuit de 80286.

zonder dat er extra handelingen nodig zijn als het kopiëren van gegevens.

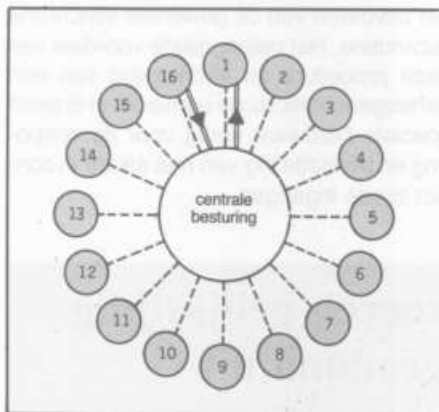
Bij het verwerken van problemen met een hogere dimensie kan een identieke strategie worden toegepast. Zo zou bijvoorbeeld een driedimensionaal systeem met punten met drie coördinaten – x, y en z – in de z-richting in gebieden zijn op te delen, zodat slechts tweedimensionale x- en y-coördinaten overblijven. Punten met overeenkomende waarden van x en y maar met een variërende waarde van z, komen dan terecht in hetzelfde geheugen.

Topologie

Natuurlijk moeten de uiteinden van het netwerk niet los blijven hangen. We hebben de boven- en onderkant en de linker- en rechterkant van het netwerk uit figuur 1 afzonderlijk met elkaar verbonden, met een ringvorm als resultaat. Deze onderlinge verbinding van de zijkanalen maakt een eenvoudige implementatie mogelijk van de randvoorwaarden bij een probleem.

Om lange draden te vermijden, die nodig zouden zijn om de uiterste punten met el-

Figuur 4. Naast de onderlinge verbinding tussen de verwerkingseenheden is er nog een sterverbinding met een centrale besturingseenheid. Deze zorgt voor de communicatie met de hoofdcomputer en regelt een deel van de data-overdracht en synchronisatie tussen de CPU's. De dubbele lijnen zijn de datakanalen tussen de besturingseenheid en de eerste en de laatste van de keten verwerkingskaarten.



kaar te verbinden, is de opstelling van figuur 1 in werkelijkheid twee keer opgevoelen, eerst de linker helft over de rechter, zodat de linker- en rechterkant boven elkaar liggen, en daarna de bovenste helft over de onderste. De fysieke opstelling van de processoren is in een tweedimensionaal vlak, waarbij de printen afwisselend zijn opgesteld volgens de hierboven omschreven manier. Deze procedure kan voor een willekeurig groot netwerk gevolgd worden, zonder dat er langere verbindingskabels nodig zijn.

Over deze tweedimensionale netwerkarctitectuur heen is een radiale verbinding gelegd naar een centrale besturingseenheid, zoals in figuur 4 is weergegeven. Deze besturing verzorgt de communicatie tussen de machine en de buitenwereld en ook voor een klein deel de coördinatie tussen de processoren. De eenheid is op een enkele printplaat gebouwd en het geheel is door middel van een bandkabel met iedere processor verbonden.

De controller verzorgt acht signalen, waaronder gemeenschappelijke klok-, reset en interruptsignalen, die naar elke verwerkingsprint worden gezonden. In de omgekeerde richting ontvangt de centrale signalen die indiceren of de in behandeling zijnde bewerking af is of dat er een fout is opgetreden en ook kan een processor vragen om een synchronisatiesignaal. Behalve deze voor elke processorprint identieke verbinding, is de besturing aan de databus gekoppeld van de eerste en de laatste verwerkingseenheid (zie figuur 1 en 4).

De centrale besturing heeft een 8 Kbyte buffergeheugen dat toegankelijk is voor de hoofdcomputer. Bij een I/O-handeling leest processor 1 een pakket data uit deze buffer. De gegevens lopen vervolgens langs alle volgende processoren in een vaste, in ROM vastgelegde route (de dikke lijnen in figuur 1) en tenslotte schrijft processor 16 het pakket terug in het buffergeheugen. Het hele systeem werkt als een randapparaat dat gekoppeld is aan een VAX-11/780 hoofdcomputer, met een snelle 1 Mbyte/s dataverbinding naar de centrale besturing. De hoofdcomputer zorgt voor een gemakkelijk te gebruiken multi-user omgeving, voor het ontwikkelen en uitvoeren van de programma's. Overigens is het soort hoofdcomputer niet kritisch. Ieder systeem dat voorziet in de ondersteuning van een of meer terminals, een editor, een compiler en achtergrondgeheugen als een hard disk drive en/of magneetbandeenheid voor gegevensopslag zal voldoen. Het kan dus ook een microcomputer zijn of een wat uit-

gebreidere versie van een van de processorkaarten in het parallelle systeem.

Toegangsprotocol

Met het verbindingsschema uit figuur 1 heeft iedere processor toegang tot delen van het geheugen van drie verschillende eenheden. De processor ziet deze drie geheugenblokken, elk 128 Kbyte groot, als een aaneengesloten gebied van 384 Kbyte in zijn adresruimte (zie tabel 1). Omdat dat geheugen ook toegankelijk is voor aangrenzende processoren, betekent deze indeling dat er drie verschillende processoren zijn die gelijke rechten hebben om data in een geheugengebied te lezen of te schrijven.

In zo'n situatie is natuurlijk nodig voorzieningen te treffen die er voor zorgen dat een geheugen niet tegelijkertijd door twee of meer processoren kan worden aangesproken. Het protocol dat we gebruiken om deze strijdigheid te voorkomen, is vrij eenvoudig en berust op het idee dat botsingen niet kunnen voorkomen als alle processoren precies in fase hetzelfde programma uitvoeren. Als ze allemaal op hetzelfde moment dezelfde actie ondernemen, zal als de processor op print 8 in figuur 1 het geheugen op print 9 aanspreekt, de processor van print 9 gegevens van print 10 gebruiken en zo verder. Een dergelijke synchronisatie kan hardwarematig bereikt worden door alle 82284 klokgeneratoren aan te sturen met dezelfde externe frequentie (12 MHz), die afkomstig is van de centrale besturingseenheid. Op eenzelfde manier synchroniseert een gemeenschappelijk 8 MHz kloksignaal de vectorprocessoren.

De synchronisatie van de processoren wordt bereikt door de resetlijn vrij te geven in fase met de oscillator. Alle klokgeneratoren zullen op dezelfde opgaande flank van het oscillatorsignaal starten en alle processoren zullen in fase starten. Zij zullen precies in fase blijven zolang ze allemaal dezelfde instructies uitvoeren met dezelfde data.

Prioriteiten

De eis dat de processoren volkomen identieke programma's uitvoeren, maakt parallelle verwerking natuurlijk heel onpraktisch. Om te laten zien hoe het mogelijk is

om deze beperking wat te versoepelen, is het zinnig de algemene architectuur uit een ander gezichtspunt te bekijken. Daarbij beschouwen we de verbindingen tussen de processoren en de geheugens niet als democratisch verdeeld, maar hanteren de voorstelling dat iedere processor nauwer verbonden is met een van de geheugens waartoe hij toegang heeft dan met de andere twee, zoals in figuur 1 is gesuggereerd.

Deze voorkeurskoppeling komt overeen met het feit dat iedere kaart lokaal zowel een processor als een geheugen bevat, zoals hierboven beschreven. Het is nogal vanzelfsprekend om aan het lokale geheugen een hogere prioriteit toe te kennen, en de externe geheugens – afhankelijk van hun richting ten opzichte van de verwerkingseenheid de x- en y-geheugens – een lagere prioriteit. Deze indeling heeft een groot voordeel: hierdoor hoeven alleen delen van het programma identiek aan elkaar te zijn en synchroon te lopen als ze extern geheugen nodig hebben. Alle bewerkingen die lokaal worden afgehandeld, kunnen asynchroon verlopen.

Omdat iedere processor zijn eigen programmeergeheugen heeft, kunnen deze plaatselijke asynchrone delen totaal verschillen van de programma's in andere eenheden. De programmeur moet ieder programma opdelen in een aantal niet-plaatselijke identieke en synchrone subroutines en een aantal lokale, mogelijk niet homogene en eventueel asynchrone subroutines.

Alvorens een synchrone subroutine uit te voeren, kopieert iedere processor eerst het startadres van de subroutine in een geheugenplaats die is ingelezen door het opstartprogramma en activeert zijn "verzoek om synchronisatie"-lijn naar de besturingseenheid. Als alle processoren om synchronisatie hebben verzocht, geeft de centrale het gemeenschappelijke reset-signal en de processoren beginnen gelijktijdig met het uitvoeren van de gewenste synchrone subroutine. Het belangrijkste voordeel van deze procedure ter voorkoming van een geheugenconflict is de eenvoud: er is geen speciale hardware nodig voor de opsporing en bemiddeling van met elkaar in conflict zijnde ingangen.

Het gehanteerde busprotocol heeft nog een tweede, hardwarematig voordeel. De bussen tussen de verwerkingsprinten kunnen beperkt blijven tot databussen. Aangezien externe geheugentoegangen alleen voorkomen wanneer de processoren identieke programma's aan het uitvoeren zijn, is het niet nodig om ook adressen op de bus te zetten. Elke processor kan gewoon zijn eigen lokale geheugen adresseren; de data wordt dan gelezen of geschreven door de betreffende aangrenzende processor.

Ook levert deze methode geen tijdverlies op in de communicatie waarin externe geheugentoegangen voorkomen. De gegevens zijn gewoon toegankelijk voor de processor die ze nodig heeft en een expliciete overdracht van data is niet noodzakelijk. Dat tijdsverlies is er wel wanneer een verder verwijderde processor gegevens nodig heeft, omdat de data een vaste route langs alle tussenliggende verwerkingseenheden moet volgen. Aangezien de verbindingbussen een bandbreedte van 16 Mbyte/s hebben, blijft dat tijdsverlies beperkt.

De vectorprocessor.

De verwerkingssnelheid van een rekenkundige eenheid kan vele malen worden vergroot door een pijplijn te gebruiken. Een pijplijn kan het parallelisme in hoge mate versterken door elke bewerking op de delen in een aantal stappen van gelijke duur en elke stap in een aparte processor uit te voeren. Bijvoorbeeld, een eenheid die een bewerking opdeelt in tien stappen, kan op hetzelfde moment werken aan tien deelbewerkingen en kan tien antwoorden berekenen in de tijd die een processor zonder pijplijn nodig heeft om één maal een resultaat te produceren. Deze maximale versnelling is alleen haalbaar als elke volgende cyclus een volgende bewerking kan starten. Het is dus nodig om de programma's zo te organiseren dat de pijplijn zo continu mogelijk gevuld is.

De vectorprocessor is georganiseerd als een vermenigvuldiger/opteller met pijplijn (zie figuur 5). De opteller is de TRW 1022, die een aantal bewerkingen kan uitvoeren op 22-bit drijvende-komma getallen, waaronder optellen, aftrekken, opslaan en normaliseren. De feitelijke werking van het ontwerp is het beste voor te stellen als een pijplijn met zeven stappen, waarin elke stap een cyclus van 125 ns heeft.

De eerste stap bestaat uit het laden van een mantisse in een of beide registers van de vermenigvuldiger. In de tweede stap worden de exponenten ingevoerd in het sommatieregister en komt het produkt van

Zestien processoren voeren gelijktijdig hetzelfde programma uit

Externe toegang met extern gegenereerd adres

de twee mantissen van de eerste stap uit de vermenigvuldiger. Gedurende de derde cyclus gaat de som van de exponenten van de factoren en de mantisse van het produkt van de twee factoren naar een tussenliggende 22-bit buffer, waarbij op overloop en onderloop wordt gecontroleerd. Aangezien deze stap volgt op de vermenigvuldiging, kan hij dienen om de fout $-1 \times -1 = -1$ (een gevolg van een overloop in een vastekomma vermenigvuldiging) op te sporen en corrigeren.

In de vierde fase wordt het correcte drijvende-komma produkt in een van de parallele 22-bit ingangsregisters van de opteller gezet. De opteller zelf bestaat uit een pijplijn

met drie stappen en de vijfde stap in het hele proces bestaat uit een tussenliggende optelfase. Het 22-bit resultaat komt in de zesde stap uit de opteller en in de zevende stap gaat de mantisse naar een van de twee 16-bit uitgangsbuffers. De exponent gaat daarbij naar een van de twee 6-bit buffers die samen een derde 16-bit uitgangregister vormen. De uitgangen van de registers zijn met elkaar verbonden en gekoppeld aan de bidirectionele Y-bus.

Door deze procedure is het bijvoorbeeld mogelijk om een 6-byte complex getal dat uit de opteller komt, te splitsen in drie 16-bit woorden, klaar voor opslag in het geheugen. Aangezien de pijplijn van de opteller in twee stappen werkt, kan deze zowel het

reële als het imaginaire deel van een complex getal op hetzelfde moment verwerken.

Microcode

Uiteraard is voor het reguleren van zo'n pijplijn een groot aantal besturingssignalen nodig die onderling allemaal de juiste timing hebben. De meest flexibele manier om deze signalen te leveren is door het gebruik van microcode. In een microgecodeerde processor wordt elk van de besturingssignalen verschaft door een enkel bit van een woord dat opgeslagen is in het microcodegeheugen. De uitgang van dat bit gaat direct naar de te besturen componenten. Een opeenvolging van bewerkingen correspondeert dan met een bepaalde opeenvolging van bits die opgeslagen zijn in het microcodegeheugen. Op die manier kunnen de bewerkingen uit worden gevoerd door dat geheugen in de juiste volgorde uit te lezen.

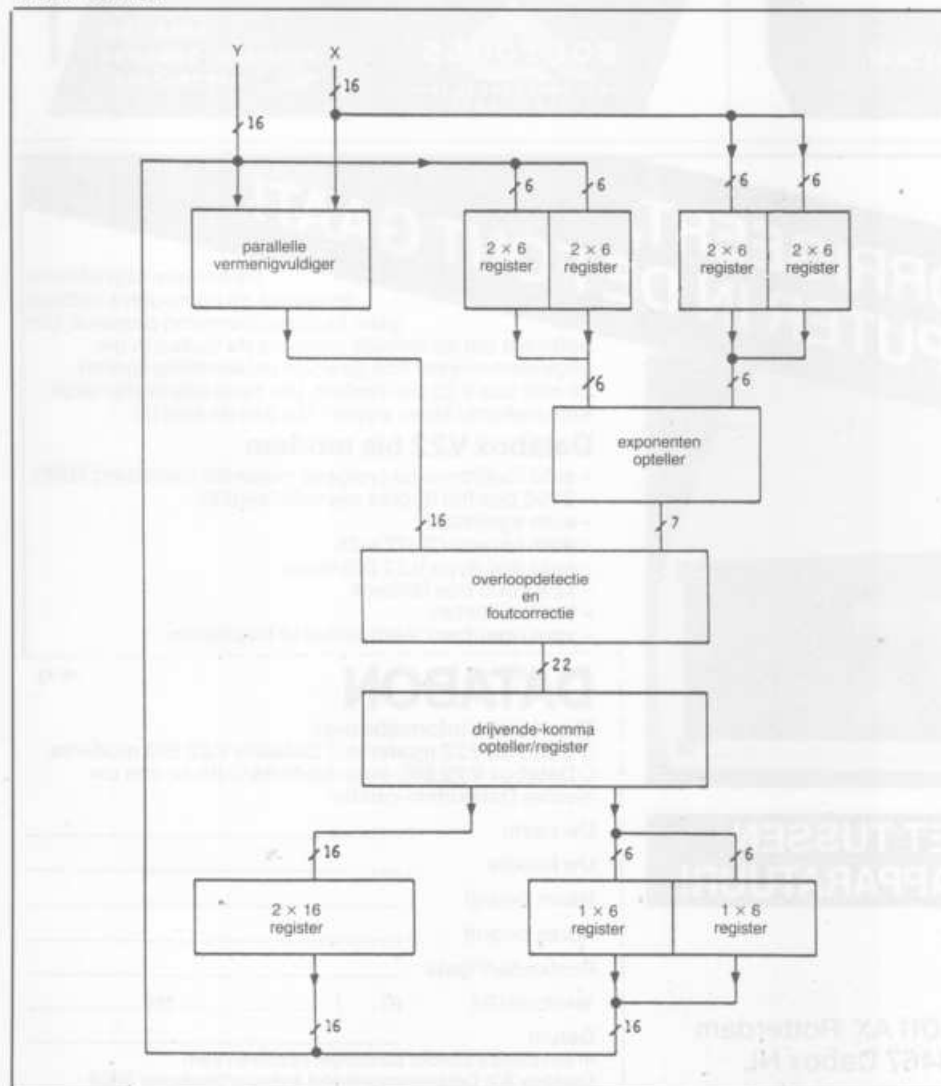
In dit geval bestaat het microcodegeheugen uit 4096 56-bit woorden. De volgordebesturing voor dit geheugen is een simpele teller, die aangestuurd wordt door de 80286. Een bewerking in de vectorprocessor begint wanneer de 80286 deze teller instelt op het beginadres van dat gedeelte van de microcode dat moet worden uitgevoerd. De teller verhoogt simpelweg het microcode-adres met een frequentie van 8 MHz. Het tellen eindigt als in de microcode een stopbit wordt geactiveerd. Het testen van voorwaarden en het uitvoeren van lussen en sprongen verzorgt de microprocessor. De microcode zelf heeft maar één adresseringsmethode: een 8-bit verschuiving die opgeslagen is in het microcodeprogramma wordt opgeteld bij het 16-bit basisadres dat de 80286 levert. Dit wordt gedaan voor zowel de A- als de B-banken van het geheugen.

Microcodebesturing

Figuur 6 toont de onderdelen van de besturing van de vectorprocessor. Voordat een subroutine in de vectorprocessor kan worden gestart, moet de 80286 de configuratie van de verbinding tussen het geheugen en de vectorprocessor specificeren. Daarbij kan hij kiezen uit het lokale A- of B-geheugen. Als, bijvoorbeeld, de X-bus het A-geheugen krijgt toegewezen, dan kan een van de drie B-geheugens – lokaal, x of y – aan de Y-bus worden gekoppeld. Ook zijn bij lees- en schrijfacties verschillende configuraties mogelijk.

De gespecificeerde configuratie blijft van kracht gedurende de hele periode dat de vectorprocessor in bedrijf is. De toewijzing gebeurt door adresbits 16 tot en met 19 in het schakelregister te laden. Een volledig

Figuur 5. De schakeling van opteller, vermenigvuldiger en registers die samen de vectorprocessor vormen.





"CHECKSUM" computer service

EEN ECHTE REPARATEUR

- * CHECKSUM = REPARATIE van uw computerlijn.
- * CHECKSUM = ONDERHOUD van uw computerlijn.
- * CHECKSUM = SNELHEID.
- * CHECKSUM = WAARBORG op zijn reparatie.
- * CHECKSUM = MAKKELIJK bereikbaar.
- * CHECKSUM = HOLLANDSE PRIJZEN.

DUS:

CHECKSUM..GEWOON..GOED

- * CHECKSUM = gevestigd midden in de RANDSTAD en 6 dagen per week bereikbaar.

* ZOETERMEER: EDISONSTRAAT 11^D 079 -41 34 44.

SOFTTOOLS en XENIX System V

KANTOOR Automatisering in OPTIMA FORMA

SOFTTOOLS levert voor multi-user micro computer, mini's en mainframes een uitgebreide range kantoorautomatiseringsprogrammatuur.

Q-Office bestaat uit:

- Q-One tekstverwerker
- Q-Mail elektronische post
- Q-Date agendeer systeem
- Q-Note elektronisch kladblok
- Q-Form scherm generator
- Q-Menu menu generator
- Q-Call elektronisch telefoonboek
- Q-Math elektronische calculator

SOFTTOOLS

-automatiserings-
-adviesbureau-

Sportlaan 1-3
6658 BG
Beneden-Leeuwen
Tel. 08079-3644

**ONS MODEM KORRIGEERT,
WAAR UW COMPUTER IN DE FOUT GAAT!**

De meeste asynchrone terminals en computers hebben geen foutbeschermend protocol. Dat betekent dat de meeste modems de fouten in uw gegevensverkeer ook gewoon datakommuniseren. Zo niet ons V.22 bis modem. Die haalt alle fouten eruit. Automatisch! Meer weten? Vul dan de bon in!

Databox V.22 bis modem

- auto foutcorrectie (volgens nieuwste standaard MNP)
- 2400 bps full duplex asynchr/synchr.
- auto egalisatie
- auto answer CCITT V.25
- auto dial (type V.22 BIS-auto)
- 1200/600 bps fallback
- testfaciliteiten
- voor openbaar telefoonnet of huurlijnen

DATABON

DS 67

Stuurt u ons informatie over:

- ☐ Databox V.22 modems ☐ Databox V.22 BIS modems
☐ Databox V.22 BIS-auto modems ☐ Stuur ons uw nieuwe Datakomm-poster

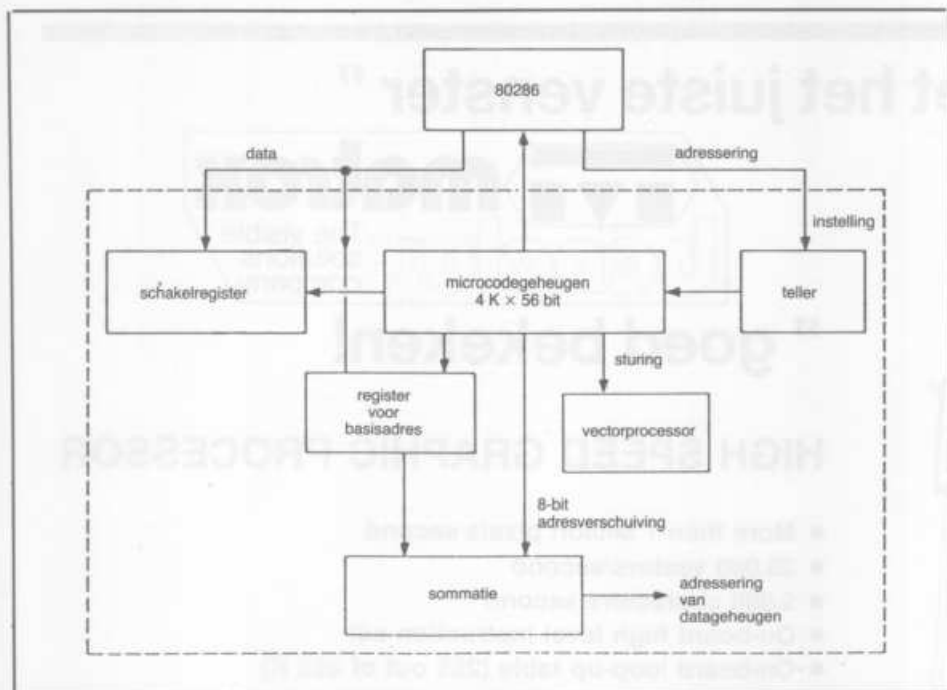
Uw naam : _____
Uw functie : _____
Naam bedrijf : _____
Adres bedrijf : _____
Postcode/Plaats : _____
Telefoon/Tst : (0) _____ tst _____
Datum : _____

In enveloppe zonder postzegel opsturen aan:
Databox B.V. Datakommunikatie Antwoordnummer 3309,
3000 WB Rotterdam.

**MET DATABOX KLIKT HET TUSSEN
COMPUTERS EN RANDAPPARATUUR!**

DATABOX_{BV}

Databox B.V., Pompenburg 634, 3011 AX Rotterdam
Telefoon: 010 - 414.7366, Telex 23467 Dabox NL



Figuur 6. Het aansturen van de vectorprocessor gaat via deze schakeling, bestaande uit de interface met de microprocessor. Daarnaast is een microcodegeheugen met eenvoudige stuurlogica aanwezig, waardoor de rekeneenheid onafhankelijk van de 80286 kan werken.

20-bit geheugenadres wordt dan bepaald door het 16-bit adres (dat eerder werd berekend) met de 4 bits in het schakelregister te combineren.

Software

Een typisch voor computer geschikt programma bestaat uit een groot aantal drijvende-komma berekeningen die worden uitgevoerd door de vectorprocessor, gecombineerd met een klein aantal controles, sprongen, subroutine-aanroepen en bewerkingen met gehele getallen die de microprocessor uitvoert. Om de pijplijn van de vectorprocessor gevuld te houden, is het wenselijk het programma zo te organiseren dat de meeste drijvende-komma bewerkingen gegroepeerd zijn in subroutines die zonder tussenkomst van de 80286 kunnen worden uitgevoerd. Elk van deze subroutines moet een lineaire serie zijn van vermenigvuldigen en sommaties.

Zo'n reeks opeenvolgende numerieke bewerkingen kan bijvoorbeeld worden gecreëerd uit de binnenste DO-lussen in een programma voor een conventionele computer zonder pijplijn. Door deze programmadelen geheel uit te schrijven, ontstaat

een serie bewerkingen en subroutine-aanroepen. Deze subroutines kunnen worden omgezet in microcodeprogramma's die het hoofdprogramma naar believen kan oproepen. Wanneer de subroutines eenmaal in het geheugen van de vectorprocessor zijn opgeslagen, worden ze in feite uitbreidingen van de instructieset van de 80286 op ongeveer dezelfde manier als de 80287 drijvende-komma bewerkingen toevoegt aan de beschikbare instructies.

Assembler

Het is niet nodig om in een microprogramma voor elke cyclus alle op dat moment in de pijplijn aanwezige bewerkingen expliciet te specificeren. In plaats daarvan is het vrij eenvoudig om een assembler te ontwerpen die voor dit soort subroutines de microcode genereert. De invoer van de assembler bestaat uit de specificatie van de serie numerieke bewerkingen die moeten worden uitgevoerd. Het aantal mogelijkheden is daarbij niet zo groot. Aangezien de vectorprocessor hardwarematig een gecombineerde vermenigvuldiger en opteller is, specificeert elke opcode per definitie een vermenigvuldiging gevolgd door een sommatie.

Verder is het zo dat het soort subroutines dat in aanmerking komt voor microprogrammering zeer beperkt is. Bij de bewerkingen die moeten worden uitgevoerd op de twee operanden, kunnen zich in de reeks handelingen slechts enkele verschil-

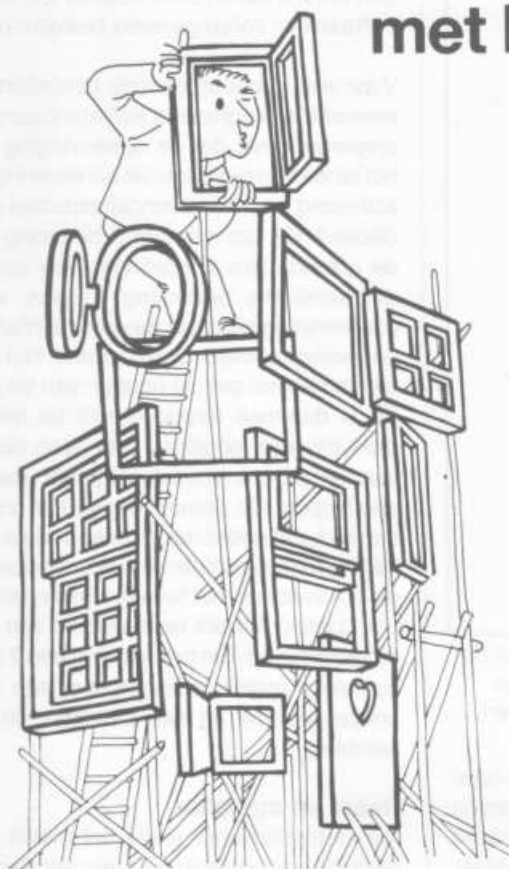
len voordoen. Dit maakt het mogelijk om een enkele assemblerinstructie toe te wijzen aan een volledige reeks bewerkingen.

Voor een gegeven opcode genereert het assembleerprogramma een standaard microprogramma, dat de opeenvolging van het laden van registers, de adressering, de activering en de besturingsinstructies specificeert. Op dat moment is de timing van de afzonderlijke handelingen, die samen de numerieke bewerking vormen, al in overeenstemming met de voorwaarden die de vectorprocessor daaraan stelt. Het probleem van het gevuld houden van de pijplijn is daarmee teruggebracht tot het zo dicht mogelijk op elkaar aan laten sluiten van de programmadelen zonder dat ze overlappen. Dit samenvoegen kan zowel met de hand gebeuren, door een vaste vertraging tussen de operaties te specificeren, als automatisch met behulp van de assembler. Listing 1 toont twee versies van een programma om het produkt van een 2 bij 2 complexe matrix te berekenen; een Fortan-programma en een uitvoering in assembler.

Reëel en complex

De vectorprocessor werkt het meest efficiënt bij bewerkingen op reële getallen. In dat geval is elke mogelijke instructie voor de drijvende-komma opteller ook toegestaan, en kan deze worden gespecificeerd wanneer het resultaat van de vermenigvuldiging naar de opteller gaat. Bij complexe getallen zijn de bewerkingen beperkt tot het laden en sommeren van het complexe produkt van twee getallen of tot het optellen van het produkt bij een getal dat eerder werd geladen. Elke instructie kan voorts bepalen of het resultaat moet worden opgeslagen in een bepaalde geheugenlocatie. Bovendien kan de instructie aangeven dat de bewerking moet gebeuren op de geconjugeerde van één of beide operanden. Er is voorzien in twee datatypen, REAL*3 en COMPLEX*6. Het formaat van reële getallen is bepaald door het ontwerp van de drijvende-komma opteller en bestaat uit een 16-bit mantisse, met inbegrip van het tekenbit, gekoppeld aan een 6-bit exponent. Een REAL*3-getal wordt opgeslagen in drie opeenvolgende bytes, met de mantisse in de eerste twee bytes en de exponent in de derde. Het COMPLEX*6-formaat combineert twee getallen in drie 16-bit woorden. De mantisse van de reële component wordt opgeslagen in het eerste woord, de beide exponenten gaan naar het tweede en de mantisse van de imaginaire component komt in het derde woord. De assembler kan zowel losse variabelen als

Een DO-lus als vector



met het juiste venster "



" goed bekeken!

HIGH SPEED GRAPHIC PROCESSOR

- More then 1 Million pixels/second
- 35.000 vectors/second
- 5.000 charactors/second
- On-board high level instruction set
- On-board loop-up table (256 out of 262 K)
- 640 x 480 x 8 resolution

- ➔ PG-640 for IBM PC, XT and AT (and compatibles)
- ➔ QG-640 for DEC's Q-bus
- ➔ VG-640 for VME-bus
- ➔ SX-900 for Multibus

Dorpsplein 8 - 4185 NP Est - tel. 03456/741* - telex 76159 matrix nl

SLAPELOZE PROGRAMMEER- NACHTEN?

**X-tools maken uw
software-ontwikkeling
een stuk makkelijker!**

Vergeet toch al die slapeloze nachten waarin schaar, lijmpot, gum en sloten koffie uw trouwe metgezellen zijn. Met het praktische software pakket X-tools van AID is het maken van Nassi-Schneiderman struktogrammen een fluitje van een stuiver geworden. Software engineering op hoog nivo ligt nu binnen handbereik.

Het tekenen van struktogrammen, programmeren, editen, compileren en dokumenteren gaat met X-tools sneller, betrouwbaarder en veel makkelijker. En X-tools is meer dan betaalbaar.

X-tools werken onder MS-DOS, CP/M86, ISIS, iNDX, iRMX86, UNIX en VAX/VMS. X-tools ondersteunen de talen PASCAL, C, PL/M, FORTRAN, COBOL en ook BASIC.

Vraag meteen de uitgebreide brochure aan, boordevol uitleg en voorbeelden! Bel met Hans van den Kommer van onze afdeling Computertechniek. **Rechtstreeks 015-609803.**



KONING EN HARTMAN

Energieweg 1, Postbus 125, 2600 AC Delft, Telefoon 015-609906.

86A357

```

subroutine mtm(m1,m2,ans)
complex m1(2,2), m2(2,2), ans(2,2)
ans(1,1) = m1(1,1)*m2(1,1)+m1(1,2)*m2(2,1)
ans(1,2) = m1(1,1)*m2(1,2)+m1(1,2)*m2(2,2)
ans(2,1) = m1(2,1)*m2(1,1)+m1(2,2)*m2(2,1)
ans(2,2) = m1(2,1)*m2(1,2)+m1(2,2)*m2(2,2)
return
end

```

```

var    m1      complex a 0 ;declaratie van een complex array m1
      ;in geheugenbank a
var    m2      complex b 0 ;declaratie van een complex array m2
      ;in geheugenbank b
var    ans     complex a 0 ;declaratie van een complex array ans
      ;in geheugenbank a

xpi    m1 0 m2 0 ;initialisatie van de pijplijn en
xpf    m1 1 m2 2 ;vermenigvuldiging van m1(0) met m2(0)
xs     ans 0 ;opslag van m1(1)*m2(2) en leegmaken
      ;van de pijplijn
      ;opslag van het resultaat in ans(0)

xpi    m1 0 m2 0
xpf    m1 1 m2 2
xs     ans 1

xpi    m1 0 m2 0
xpf    m1 1 m2 2
xs     ans 0

xpi    m1 0 m2 0
xpf    m1 1 m2 2
xs     ans 0
end

```

Listing 1. Een programma dat twee 2 bij 2 complexe matrices met elkaar vermenigvuldigt. In de listing zijn twee versies opgenomen, respectievelijk een programmadeel in FORTRAN en een stuk broncode voor de microcode-assembler.

eendimensionale array's interpreteren, waarbij hij alle adresverschuivingen automatisch uitrekent.

Vectorprocessorinterface

De verbinding tussen de microprocessor en de vectorprocessor is eveneens afgebeeld in figuur 6. Zoals hierboven beschreven, draagt de microprocessor de besturing over aan de vectorprocessor door een teller vooraf in te stellen en een aantal registers te laden. Aangezien het gehele programma van de processor is opgeslagen in een onafhankelijk geheugen, kan de 80286 doorgaan met zijn eigen routines terwijl de vectorprocessor in bedrijf is. De interface tussen de twee processoren is zo ontworpen dat de 80286 het volgende microcodeprogramma kan voorbereiden nog voordat het lopende programma beëindigd is, zodat de vectorprocessor daarna zo snel mogelijk met de volgende routine kan beginnen.

Een microcodesubroutine aanroepen uit

het hoofdprogramma is in wezen identiek aan een elke andere subroutine-aanroep waarbij de parameters worden doorgegeven via een stack. Er is echter een speciale subroutineekoppeling nodig, aangezien de microprocessor tijdens de verwerking van de routine de besturing van de vectorprocessor aan het microprogramma overlaat. De adressen van de operanden komen in de adresregisters (die zich op vaste geheugenlocaties bevinden) in plaats van naar een stack te worden gekopieerd. Op dezelfde wijze gebeurt het overdragen van de programmabesturing aan de microcodesubroutine door het startadres van de subroutine in de teller te zetten, in plaats van het opslaan en terughalen van de program counter.

De registers die de vectorprocessor gebruikt voor het startadres, zijn alle dubbel uitgevoerd. Op die manier is gelijktijdig lezen door de vectorprocessor en schrijven door de 80286 mogelijk, zolang beide tenminste niet hetzelfde register benaderen.

Om botsingen te voorkomen is het LSB in de adressering van het leesregister via een inverter verbonden met dan van het schrijfregister. Beide registers kunnen dus niet gelijktijdig worden aangestuurd. Een flip-flop stuurt dit adresbit en deze komt in een andere stand, telkens als de vectorprocessor opnieuw wordt gestart.

Door deze aansturing kan de 80286 de basisadressen voor de volgende cyclus direct laden zonder de lopende bewerking te beïnvloeden. Het is ook mogelijk om dit omschakelen te omzeilen, bijvoorbeeld in situaties waarbij meer dan twee stel basisadressen nodig zijn voor een bepaalde microcoderoutine. De resterende gegevens die de vectorprocessor nodig heeft zijn zodanig gegroepeerd dat de overdracht in een enkele schrijfoperatie kan plaatsvinden, die tevens het microcodeprogramma opstart.

Een microcoderoutine wordt gestart door het schrijven in een bepaald deel van het geheugen (zie tabel 1). Dat gebeurt door het segmentadres van de 80286 te decoderen en aan de hand daarvan de vectorprocessor te starten. De offset wordt vooraf ingesteld door dat adres rechtstreeks in de microcodeteller te zetten, wat het adres van de te starten routine bepaalt. Gelijktijdig met het instellen van de teller, wordt ook de configuratie van de geheugens bepaald door het schakelregister te initialiseren (figuur 6).

Initialisatietijd

De tijd die nodig is om de vectorprocessor te initialiseren hangt af van het aantal parameters dat wordt overgedragen. Zo is voor het starten van het programma in listing 1 ongeveer 12 µs nodig. De vectorprocessor kan in deze periode bijna 200 bewerkingen uitvoeren. Om de machine zo efficiënt mogelijk te gebruiken, is het dus noodzakelijk om de microcodeprogramma's zodanig op te bouwen dat ze elk minstens 200 bewerkingen bevatten.

Verder is een voorziening nodig die ervoor zorgt dat de 80286 wacht met de volgende startinstructie totdat het lopende programma van de vectorprocessor is afgewerkt. Dat is gerealiseerd door de processor voor het starten van de microcoderoutine een willekeurige waarde naar een speciaal wachtadres (VWAIT) te laten schrijven. Zolang de vectorprocessor nog niet klaar is, geeft dat adres de bus niet vrij en genereert zodoende een reeks wachtcyclussen voor de 80286. Wanneer het lopende microcodeprogramma eindigt, komt de 80286 uit de wachttoestand en voert de volgende instructie uit, wat meestal de hierboven be-

Subroutine's zonder stack

```

mov     si,[bx+2]      ;laad de pointer naar de eerste matrix
mov     ax,lind[si]    ;in barl. een adresregister
mov     barl,ax        ;voor het b-geheugen
mov     ax,[bx+4]      ;laad de pointer naar de tweede matrix in
mov     aarl,ax        ;een adresregister voor het a-geheugen
mov     ax,[bx+6]      ;laad de pointer naar de bestemming in
mov     aar3,ax        ;een adresregister voor het a-geheugen
mov     ax,0d0c0h      ;zet de data voor de geheugenbesturing in ax
add     bx,8           ;laat bx naar de volgende routine wijzen
mov     vwait,ax       ;wacht tot de vectorprocessor klaar is
;met de vorige bewerking
mov     svp+mumtm,ax   ;laad het schakelregister (adres svp) en start
;de vectorprocessor. De lage adresbits (mumtm)
;bepalen de start van het microcodeprogramma
jmp     tab[bx]        ;spring naar het volgende programmadeel,
;afhankelijk van bx, vanwaar de volgende
;microcoderoutine start

```

Listing 2. Het assemblerprogramma voor de 80286 dat zorgt voor het gesynchroniseerd opstarten van het programma uit listing 1.

schreven schrijfpdracht zal zijn die de vectorprocessor opnieuw start. Door deze techniek te gebruiken, duurt het slechts 700 ns voordat de vectorprocessor na het einde van een bewerking opnieuw is gestart.

Om deze snelheid te bereiken is het nodig om een speciale volgorde van instructies voor de microprocessor te hanteren. Dat kan gebeuren door ervoor te zorgen dat de startinstructie voor de vectorprocessor in de instructielijst van de 80286 komt voordat hij de schrijfinstructie naar VWAIT uitvoert. Omdat de startinstructie dan voor de wachtoestand binnen is, zal de microprocessor in staat zijn om de instructie te decoderen terwijl de vectorprocessor in bedrijf is. Een en ander is te realiseren door vlak voor het uitvoeren van de wachtinstructie een bewerking tussen twee registers te laten plaatsvinden, wat de bus vrijmaakt voor het ophalen van een volgende instructie. Listing 2 bevat een programma in assembler dat gebruik maakt van deze methode. Het is een deel van een routine waarmee de 80286 de benodigde registers van de vectorprocessor laadt en de vernieuwvuldiging van twee matrices initieert door gebruik te maken van het microcodeprogramma in listing 1.

Programmagerenering

De programma's voor de microprocessor worden gegenereerd door gebruik te maken van cross-compilers (FORTRAN en PL/M) en een cross-assembler, die lopen op de VAX-11/780 hoofdcomputer. De microcode-assembler genereert adresafhankelijke objectcode in het standaard Intel-formaat. Deze microcode wordt opgeslagen in vier geïnitieerde array's die corresponderen met de vier 16-bit woorden waaruit een afzonderlijke microcode-instructie bestaat.

Elk van de array's krijgt een apart geheugensegment toegewezen. De modules die de microcode bevatten, worden dan met elkaar verbonden door gebruik te maken van een link editor. De verschillende segmenten kunnen aan de juiste adressen in het microcodegeheugen worden toegewezen zodra de module met het absolute adres is geproduceerd. Bovendien is de startinstructie een globale variabele, wat het startadres van de microcodesubroutine gemakkelijk beschikbaar maakt voor de programma's van de microprocessor. Het hele microcodeprogramma is vervolgens op de gebruikelijke manier te koppelen met de programmamodulen die de compiler voor de microprocessor heeft gegenereerd.

Tabel 2. Een vergelijking van de verwerkingssnelheden van verschillende computers, zowel wat betreft maximale rekensnelheid als bij het uitvoeren van een toepassingsprogramma.

computer	maximale snelheid (Mflops)	verwerkings- snelheid (µs)
IBM PC	0,1	200.000
VAX-11/780	1	20.000
Cray-1	160	80
Cray XMP-4	1000	15
16-kaarten machine	256	65

Snelheid

Toen werd begonnen met de bouw van deze machine, hadden we twee doelen. Ten eerste hoopten we door een groot aantal simpele processoren met elkaar te verbinden om recordsnelheden te kunnen halen, hoger dan de verwerkingssnelheid van commercieel beschikbare supercomputers. Het tweede doel was het maken van een ontwerp dat eenvoudig genoeg is om gebouwd en geprogrammeerd te worden door een groep toegewijde amateurs. Dat zou moeten gebeuren door numerieke processoren te koppelen aan snelle microprocessoren. Daarmee zouden de bouw- en bedrijfskosten verminderen met tenminste een factor 100.

Een deel van de resultaten blijkt uit tabel 2. Deze vergelijkt de snelheden van een IBM PC (inclusief een 8087 coprocessor), een VAX-11/780 en twee Cray-1 computers met onze machine. De eerste kolom heeft betrekking op de pure verwerkingssnelheid, het maximum aantal drijvende-komma bewerkingen dat de computer per seconde kan uitvoeren.

Een meer reële vergelijking is die tussen de uitvoeringstijden van een normaal applicatieprogramma. In ons geval is dat een Monte Carlo-simulatie van de krachten tussen quarks, de subatomaire deeltjes die samen de neutronen en protonen vormen waaruit de atoomkern opgebouwd. Deze statistische simulatie rekent in een reeks tijdstappen de variabelen uit die de verbindingen van een vierdimensionaal rooster bepalen. De tijd die de verschillende systemen nodig hadden om elke volgende stap uit te rekenen staat in de tweede kolom tabel 2.

Zoals uit de tabel valt af te leiden, is het eerste doel nog niet bereikt: de Cray XMP-4 is nog een factor 4 sneller. Echter, het ziet er naar uit dat dat doel niet veraf is. Op dit moment is de constructie van een machine met 64 verwerkingseenheden al ver gevorderd en deze zou qua capaciteit overeen moeten komen met de XMP-4. Deze machine wordt waarschijnlijk binnenkort in gebruik genomen. Verder is ook een systeem met 256 eenheden in ontwikkeling, en deze zal waarschijnlijk in ruim een jaar gereed zijn.

Kosten

Wat de kosten van het systeem betreft is er al veel duidelijkheid. Een enkele verwerkingssprint kan al worden gefabriceerd voor minder dan f 10.000. De complete machine, met zestien eenheden en inclusief de disk drives, de besturing en het de Multi-

bus-geheugens kost minder dan f 500.000. Dat is ver onder de prijs van een vergelijkbare supercomputer, die vele miljoenen moet kosten.

De besparingen in bedrijfskosten zijn nog groter. De afdeling binnen de faculteit en de studenten die de machine bouwden en het besturingssysteem en de toepassingsprogramma's schreven, kunnen het systeem gemakkelijk onderhouden. Tot nu toe werd gemiddeld één storing per drie maanden geconstateerd. Dat maakt dat het grootste deel van de bedrijfskosten opgaat aan elektriciteit.

Conclusie

De machine die in dit artikel wordt beschreven, is in veel opzichten inferieur aan een commerciële supercomputer. De configuratie van de drijvende-komma hardware is minder flexibel, de reken nauwkeurigheid is kleiner, de wel bijzonder parallelle verwerking levert beperkingen op en de programmeeromgeving is verre van gebruiksvriendelijk.

Desalniettemin toont dit ontwerp aan dat door de toepassing te concentreren op een bepaald soort berekeningen en door bepaalde voorzieningen die doorgaans bij een commercieel produkt horen te laten schieten, het mogelijk is om een relatief flexibele en in prijs zeer concurrerende machine te bouwen die qua prestaties vergelijkbaar is met supercomputers.

Norman H. Christ is afgestudeerd natuurkundige van de universiteit van Columbia. Anthony E. Terrano heeft een zijn kandidaats wiskunde gehaald aan de University of Chicago en is in de natuurkunde afgestudeerd aan Caltech. Beide zijn ze te bereiken op: Department of Physics, Columbia University, New York, NY 10027, Verenigde Staten.

De auteurs zouden graag het Energy Department en de Intel Corporation willen bedanken voor hun steun bij het samenstellen van dit artikel.

Gemakkelijk, comfortabel en goedkoop reizen naar de 'Elektronica '86' te München.
Meer informatie op pagina (86)

Inleiding besturingssystemen door A.M. Lister. 199 blz., afm. 24 x 16 cm. Vrij veel illustraties, voornamelijk diagrammen. ISBN 90 6233 165 3. Uitg. Academic Service. Prijs f 37,50.

Bij Academic Service verscheen een vertaling van het bekende Fundamentals of Operating Systems van A.M. Lister onder de naam Inleiding besturingssystemen. Het boek beschrijft de opbouw en werking van besturingssystemen in het algemeen en is geheel gericht op de software. De behandeling van de verschillende onderwerpen gebeurt behoorlijk gedetailleerd, echter zonder een bepaald operating system te nemen en aan de hand daarvan de diverse aspecten te behandelen. Dat leverde een beschrijving op die universeel is voor alle operating systems.

De vertaling laat niets te wensen over; hij volgt nauwkeurig het Engelse origineel, daarbij zoveel mogelijk gebruikmakend van Nederlandse termen met, waar nodig, een koppeling naar de oorspronkelijke term.

Het boek bevat elf hoofdstukken, beginnend met een inleiding op het begrip besturingssysteem. Vervolgens komen de algemene eigenschappen van besturingssystemen aan bod, die verderop in het boek nader worden uitgewerkt. Zo zijn er onder meer hoofdstukken die ingaan op multitasking, geheugenbeheer, beveiliging van gegevens en in- en uitvoer. Daarbij houdt het boek het karakter van een zeer gedegen, algemene inleiding: geen specifieke software of hardware maar wel behandeling van de belangrijkste details, al dan niet met korte algoritmebeschrijving.

Een appendix gaat nader in op monitors en verder is er een uitgebreide literatuurlijst, gesplitst in buitenlandse en Nederlandstalige boeken, en een (vrij klein) trefwoordenregister.

Inleiding besturingssystemen geeft veel informatie, die goed is verpakt en gestructureerd. In principe is een algemene kennis van wat computers zijn en wat ze doen voldoende om zonder problemen het boek te kunnen doorwerken en zo een eerste indruk van operating systems te krijgen. Om de details goed te kunnen doorzien is meer kennis van met name software nodig. Die eigenschappen maken het een uitstekend boek voor het informatica-onderwijs, programmeurs die zich in besturingssystemen willen gaan verdiepen en anderen die in het onderwerp zijn geïnteresseerd.

Theo van Gelder

ELAN C41 COMPACT PROGRAMMER



OOK COMPACT IN PRIJS

De nieuwe C 41 EPROM-programmer van Elan biedt veel aantrekkelijke mogelijkheden; zeker in combinatie met pc's en/of ontwikkelsystemen. Enkele in het oog springende voordelen:

- Standaard gebruikersgeheugen 64 Kbytes, uitbreidbaar tot 128 Kbytes
 - Seriële en parallelle interface is standaard
 - Programmeerbaar vanuit pc of ontwikkelsysteem
 - Gang-Set programmering
 - Standaard te programmeren zijn: alle 5V EPROMS t/m 27513, maar ook E EPROMS.
- INTRODUKTIEPRIJS F 4000,-**

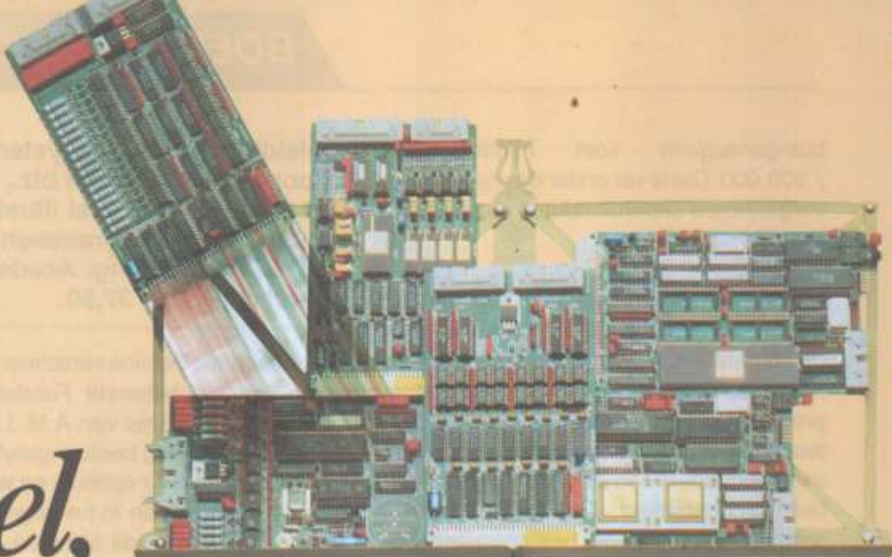
Voor alle verdere interessante mogelijkheden ligt documentatie voor u klaar.

elan 6005

AIR PARTS ELECTRONICS

Postbus 255, 2400 AG Alphen a/d Rijn, Tel. 01720-43221*
Av. Huart Hamoir 1, B19, Brussel 1030, Tel. 02-2416460

DE TOEKOMST IN ELEKTRONICA



Arcobel, toonaangevend en flexibel in standaard kaartmodulen.

Bij Arcobel vindt u 't meest uitgebreide pakket eurokaart modulen: variërend van G-64 (en G-96) bus modulen voor industriële besturingen tot en met zware unix multi-user configuraties op VMEbus. En dat betekent dus dat wij maat kunnen houden met economisch voor u zeer interessante toepassingen en op al uw specifieke wensen in kunnen spelen: van eenvoudige RS232 modulen tot intelligente motorsturingen en van experimenteer- modulen op VMEbus tot intelligente SCSI disk-controllers.

PME68-12, variatie op het thema CPU

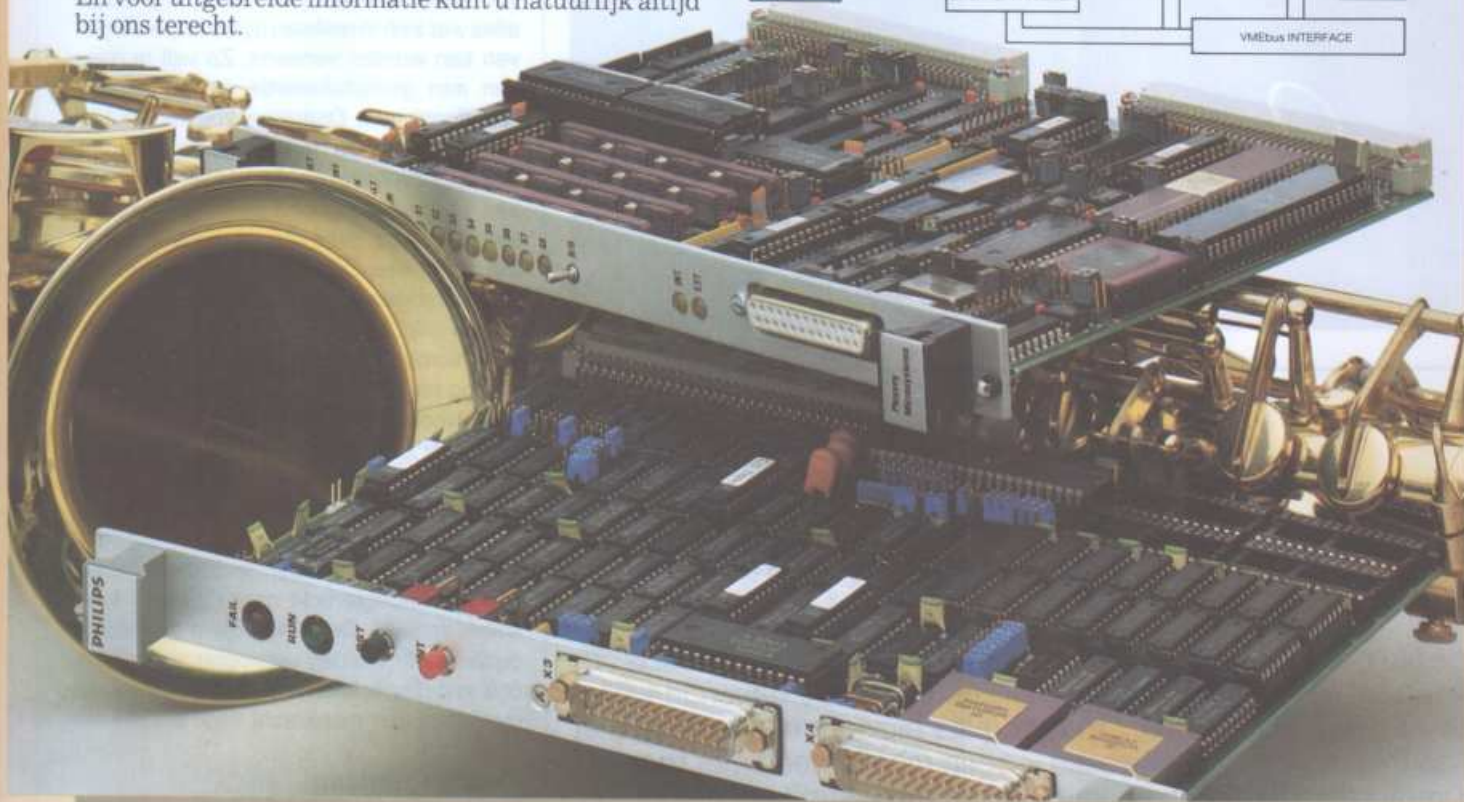
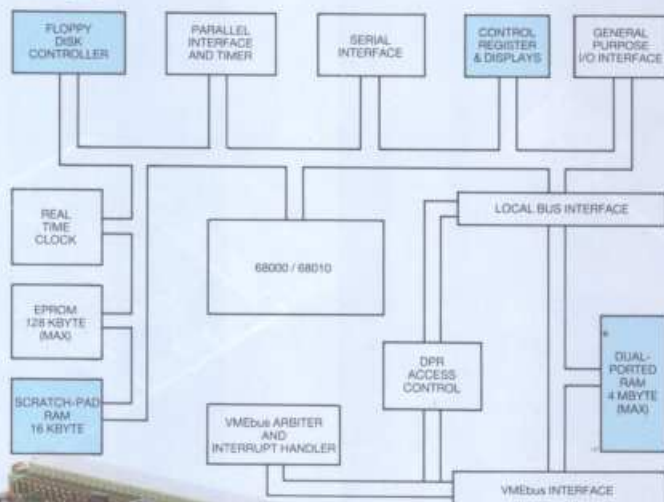
PME68-12 is een nieuwe VMEbus module van Plessey, een kompositie rond de 68000 CPU. Volledig compatibel met de bekende en populaire Plessey PME68-2 en de CPU-2 van een ander bekend merk. Maar met duidelijk verbeterde specificaties, met name bij interrupts en wait-states.

Enkele eigenschappen:

- 68000 of 68010 CPU met snelle optie-versies
- tot 4Mbyte dubbelpoorts RAM capaciteit + 16Kbyte SRAM
- geïntegreerde floppy disk controller
- RS232C seriële I/O poort ter besturing van een reeks synchrone en asynchrone protocols d.m.v. software.

Het blokschema vertelt u vast meer.

En voor uitgebreide informatie kunt u natuurlijk altijd bij ons terecht.



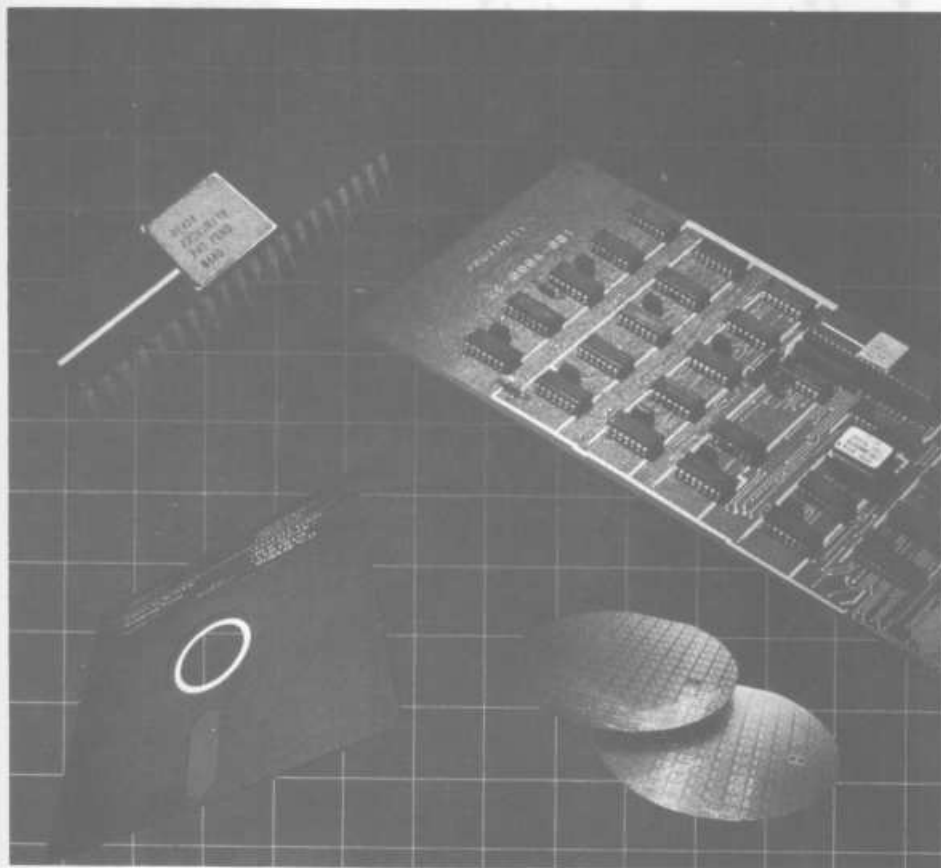
Niet alleen bieden wij unieke module-veelzijdigheid (met meer dan 250 verschillende eurokaart produkten in soorten en maten standaard op voorraad in Oss), ook in onze service trekken wij graag alle registers voor u open. Een goed op elkaar afgestemd team van hardware en software specialisten staat u desgewenst met raad en daad terzijde en begeleidt uw keuze uit de kwalitatief uiterst hoogwaardige modules van Philips, Plessey Microsystems of Gespac flexibel en uitgesproken deskundig.

Voor maatwerk in kaartkomposities:

Arcobel

mikro-elektronika innovatie centrum

Griekenweg 25, 5342 PX Oss
Postbus 344, 5340 AH Oss / Telefoon 04120-30335*
Telex 37489 / Fax nr. 04120-30635.



Zoeken met verminkte informatie

Enige tijd geleden introduceerde Proximity een IC dat in staat is om reeksen bytes met elkaar te vergelijken en aan te geven in welke mate ze overeenstemmen. Op zich niets bijzonders, ware het niet dat de PF474 – het IC in kwestie – geen moeite heeft met reeksen van verschillende lengte en kan werken met verminkte gegevens. Dat riekt dus naar nieuwe technieken en kunstmatige intelligentie. In onderstaande bespreking volgt een beschrijving van het IC, de werking en de reden waarom het met die kunstmatige intelligentie voorlopig nog wel meevalt.

De PF474

Nog steeds is een van de grote verschillen tussen menselijke intelligentie en kunstmatige hun vermogen tot reconstructie. Een alledaags voorbeeld is het cryptogram. Er zijn mensen die ze kunnen oplossen, over computers die er zelfs maar aan begonnen zijn ontbreekt elk bericht. Nu is het weliswaar niet eenieder gegeven elk

cryptogram tot een oplossing te voeren en vaak is er sprake van responsietijden die ten aanzien van computers met opgetrokken wenkbrauwen worden beschouwd, maar toch zal de gemiddelde lezer uit 'Datbs, mabld v miccmpchnik, f8,7, 86jn' nog wel de tekst bovenaan het omslag van dit blad kunnen reconstrueren.

Computers hebben moeite met verminkte informatie, zeker wanneer ze die moeten opdiepen uit een omvangrijk gegevensbestand. Proximity Technology uit Fort Lauderdale te Florida, wierp zich op deze problematiek en goot een oplossing in de PF474, een processor die in staat is reeksen tekens te vergelijken en een uitspraak te doen over de mate waarin ze met elkaar overeenstemmen.

Toepassing

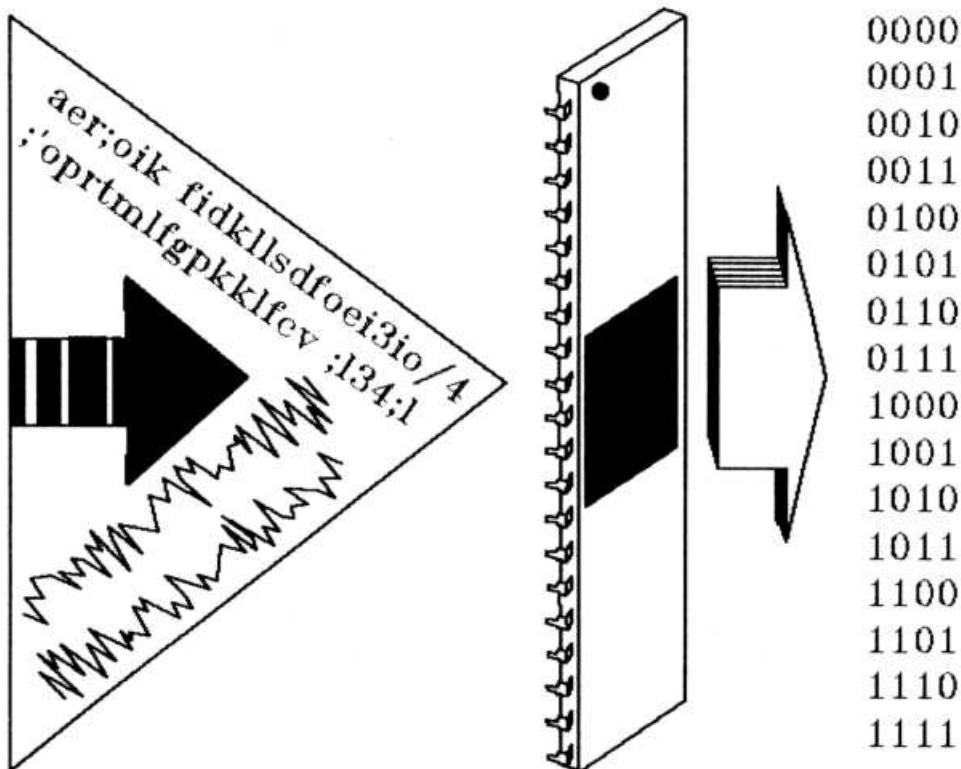
Gezien de opbouw van de PF474 is qua toepassing in eerste instantie gedacht aan verwerking van tekstinformatie, waar bovengeschetste problematiek thuishoort. Nu wordt deze informatie verwerkt in de vorm van reeksen bytes, zodat in principe alles wat zich in reeksen bytes laat weergeven kan worden verwerkt. Zo valt te denken aan gedigitaliseerde spraak of dito schrijfpatronen. Daarmee zou de PF474 zijn in te zetten in toepassingen rond spraakherkenning en identificatie op grond van bijvoorbeeld handtekening. Vanzelfsprekend zijn deze toepassingsgebieden allerm minst nieuw of onbetreden, slechts het bijeenbrengen van doelgerichte hardware op één chip, die zich als coprocessor naast een microprocessor laat inzetten, is in deze nog niet eerder gesignaleerd.

Naar Noordamerikaanse gewoonte noemt Proximity het inzetgebied van de PF474 onbegrensd. Dat zal vast wel het geval zijn, maar het nauwkeurig afstemmen van de processor op zijn toepassing blijkt een delicaat karwei, dat in ieder geval de grenzen van het onbegrensde naar de verre toekomst verwijst. De PF474 dient op machineniveau te worden geprogrammeerd en ook in dat specialisme is er bepaald geen overvloed aan mankracht voorhanden.

Over de werking

De twee hoofdbewerkingen die de PF474 uitvoert zijn het vergelijken van twee reeksen bytes en het toekennen van een waarde aan het resultaat van deze vergelijking. De bytereeksen hoeven niet van gelijke lengte te zijn, daarin weerspiegelt zich al de mogelijkheid tot het verwerken van verminkte informatie. Ze zijn wel aan een maximale lengte gebonden, in het geval van de PF474 is deze 127 byte. De beperking ligt hier volledig in de uitvoering van de chip, de gebruikte rekenmethode stelt in principe geen grenzen aan de lengte van de reeksen. In dit verband is een sterk punt van de door Proximity toegepaste rekenmethode dat de verwerkingstijd niet exponentieel of kwadratisch toeneemt met de lengte van de reeksen, maar lineair.

De vergelijking van beide reeksen ge-



De PF474 vergelijkt twee reeksen bytes met elkaar (waarbij de twee reeksen van verschillende lengte mogen zijn), berekent de mate van overeenstemming en houdt de resultaten bij in een scorelijst. Het vergelijken gebeurt byte-georiënteerd, dus komen vooral ASCII-tekens, meetwaarden en dergelijke daarvoor in aanmerking.

schiedt op grond van twee criteria. Wanneer een teken uit de ene reeks wordt teruggevonden in de andere leidt dit tot een zekere mate van overeenstemming. Van invloed is onder meer de afstand die het overeenstemmende teken in elk van beide reeksen tot het respectievelijke beginpunt heeft. In verband met de vergelijking van reeksen van ongelijke lengte voert het IC het proces in twee gangen uit, één van voor naar achter en één van achter naar voor. Hierbij wordt uitsluitend de volgorde van de bytes verwisseld, de bits houden binnen elke byte hun eigen plaats. In toepassingen rond tekst is dat zinnig, er zijn echter ook applicaties te bedenken waarin ook het omkeren van de bitvolgorde voordeel zou hebben.

Van volledige overeenstemming tussen beide reeksen is sprake wanneer alle tekens uit de ene reeks in de andere worden teruggevonden en wel op dezelfde plaats. De mate van overeenstemming is een getal, zeg een identiteitsscore (IS). Deze is in de PF474 op één gesteld voor volledig identieke reeksen. Wanneer geen der tekens uit de eerste reeks voorkomt in de tweede, is er geen enkele overeenstemming en de IS ligt dan volgens de PF474 ook op nul. Elke vergelijking resulteert in een IS tussen nul en één, en aangezien een hogere waarde een grotere mate van

overeenstemming aangeeft, kan na het vergelijken van meerdere reeksen eens scorelijst worden aangelegd waarin gewoontegetrouw de hoogste bovenaan staat.

Scorelijst

De PF474 verzorgt naast het vergelijken eveneens het bijhouden van een dergelijke scorelijst. Intern worden zestien scores bewaard met de hoogste aan top. Na elke vergelijking werkt de processor deze lijst bij, zodat steeds de hoogst geëindigde zestien op de lijst voorkomen. Voor het uitdrukken van de score gebruikt het IC een 32-bit binaire waarde, decimaal omgerekend iets van tien cijfers achter de komma. Omgezet naar menselijke intelligentie is een dergelijke nauwkeurigheid niet anders dan interstellare krentenwegerij. Bij zo'n precisie zijn vier miljard niveaus van overeenstemming te onderscheiden. Daar kan veel over worden gezegd, maar niet dat het onvoldoende is.

De beide reeksen die de PF474 met elkaar vergelijkt zijn volledig gelijkwaardig. In de praktijk zal één ervan worden gebruikt als vaste zoekreeks en zal de andere steeds een nieuw element uit een bestand bevatten. Aangezien de PF474 kan werken op basis van directe geheugentoeegang binnen het gastsysteem, is het het meest voor hand liggend dat het bestand, of althans

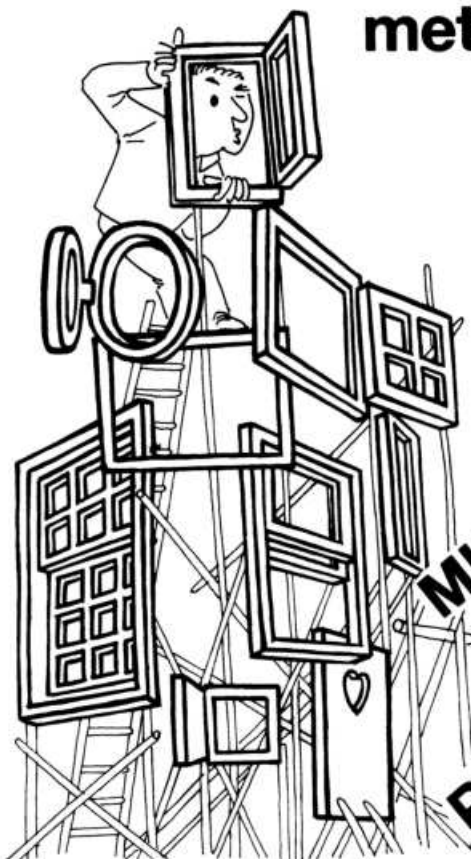
het gedeelte ervan waarin wordt gezocht, zich in werkgeheugen bevindt. Het zal enigermate afhangen van de vormgeving van de DMA-faciliteiten die het processorsysteem biedt in hoeverre de PF474 aan zijn maximale verwerkingssnelheid toekomt. Onbelemmerd is de overdrachtssnelheid twee Megabyte per seconde voor de uitvoering met een 3,6 Megahertz klok.

Elk onderzocht element uit het bewerkte bestand krijgt van de PF474 een intern referentienummer waaruit het fysieke adres binnen het geheugen kan worden afgeleid. Na verloop van een zoekactie binnen een bestand resulteert een lijst van zestien best overeenstemmende elementen vergezeld van hun referentienummer. Mocht het gezochte element niet bij de eerste zestien worden aangetroffen, zulks ter beoordeling van de gebruiker of zijn programmatuur, dan bestaat de mogelijkheid om nogmaals een vergelijkingsoperatie te laten uitvoeren, waarbij de nummers zeventien tot en met éénendertig in IS waarde worden uitgesorteerd. Deze tweede ronde kan worden gevolgd door een derde voor de volgende vijftien en zo verder. De beslissing over overeenstemming wordt dus niet door de processor genomen, maar berust volledig bij de intelligentie van de gebruiker of zijn dan wel haar programmatuur.

Aldus de hoofdlijn van de PF474 coprocessor: werkend op DMA basis, meestal met een vaste zoekstring waarmee strings uit het werkgeheugen worden vergeleken. Elke string krijgt een overeenstemmingsscore toegekend en de zestien hoogst scorende worden in een uitslaglijst opgenomen.

Instelmogelijkheden

Er zijn in het vergelijkingsmechanisme enkele verfijningen opgenomen, die de werking van de PF474 kunnen afstemmen op de specifieke toepassing waarvoor hij wordt ingezet. Elke bytereeks wordt per byte vergeleken en elke byte kan als gebruikelijk 256 symbolen weergeven. Wanneer de processor tekst bewerkt, zijn dat vanzelfsprekend schrifttekens en daarmee samenhangende hulpcodes. In andere toepassingen kunnen het digitale representaties van analoge meetwaarden zijn, grijswaarden van een gedigitaliseerd beeld, frequenties en dergelijke. De PF474 maakt daar geen onderscheid in, niet uit eigen beweging tenminste. Wel voorziet hij in een parametertabel, waarin van alle 256 codes nadere informatie kan worden opgenomen. Voor de eenvoud worden nu de codes even gezien als alfanumerieke tekens in tekstverwerking. Van elk teken kan door



met het juiste venster "



" goed bekeken!

REAL - TIME 512 x 512 IMAGE PROCESSOR FOR MULTIBUS

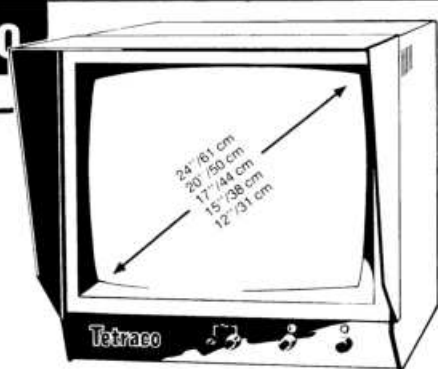
- 512 x 512 resolution
- 8 bits/pixel to 24 bits/pixel
- 4:3 or 1:1 aspect ratio
- 16.7 million color look - up table
- Hardware pan, scroll, and zoom
- Dual - ported video RAM for true DMA
- IEEE - 796 (Multibus) compatible
- 8 - bit frame grabber
- 90 nsec/pixel video ALU
- IP software library (C.)
- Image processing functions:
 - addition & subtraction
 - averaging
 - convolution (N x M)
- Supports both byte and word transfers

REAL - TIME IMAGE DIGITIZER FOR THE IBM PC

- 512 x 512 display resolution
- 8 bit/pixel
- Optional 1024 x 1024 image buffer
- 16.7 million color lookup - table
- Video keyer & Write mask
- Continuous or one - shot frame grab
- IBM PC, AT and XT compatible
- CMOS design requires only 15 watts
- Occupies a single expansion slot
- 8 - bit flash frame grabber
- Internal or gen - lock sync
- Low cost

Dorpsplein 8 - 4185 NP Est - tel. 03456/741* - telex 76159 matrnl

Tetraco



Universele
monochrome

MONITOREN en DISPLAY UNITS

oplossend vermogen	: 10 ⁶ pixels
bandbreedte	: 40MHz - 100MHz
lijnfrequentie	: 15kHz - 92kHz
beeldfrequentie	: 45Hz - 120Hz
ingangssignaal	: composite of gescheiden
uitvoering	: in kast of op chassis
standaard fofors	: wit, papierwit, groen, oranje, geelgroen

Tetraco monitoren kunnen aan ieder systeem worden gekoppeld. Het ontwerp is zo flexibel, dat ze geleverd kunnen worden voor iedere lijnfrequentie. De constructie is solide genoeg voor gebruik op zee.

Tetraco monitoren worden onder andere toegepast:

- als volgmonitor. Ze kunnen aan ieder terminal worden aangesloten. Bijv. 12" om patiënten mee te laten lezen, 24" voor cursussen en demonstraties.
- op schepen. Door de hoge helderheid en het goede contrast zijn ze in vol zonlicht goed afleesbaar. Door de hoge bandbreedte zijn ze ook bij lage helderheid in het donker goed afleesbaar.
- voor CAD systemen. Door de hoge lijnfrequenties kan men een groot aantal lijnen per beeld halen zonder interliniëring, waardoor problemen als flicker, lijnparing en inbranden worden vermeden.
- bij procesbesturing. Medium resoluties (bijv. 576x432) kunnen worden gerealiseerd met hoge lijn- en beeldfrequenties. Het briljante, gestoken beeld is op afstand uitstekend afleesbaar. Zelfs met snelle, high efficiency fofors is er geen spoor van flicker.

Tetraco

F.Rooseveltlaan 57 4818 KB Breda 076-222660 tx 74397

BEDRIJFSKENNIS VASTLEGGEN.....

EXPERT SYSTEMS

geven **ZEKERHEID**. Verspreiding van schaarse, specialistische kennis binnen uw bedrijf is nu mogelijk. Kwaliteitbeheersing is daarmee binnen bereik.

Toepassingen in diverse sectoren:

verkoop, marketing, bankservices, verzekeringen, sociale diensten, dienstverleningen, engineering, productiemethoden en -processen, onderzoek en ontwikkeling, opleiding en training, voor: interpretatie, diagnostiek, bewaking, voorspelling, planning, ontwerpen, reparatie/onderhoud, instructie, procesbeheersing e.d.

MATHCOMP bouwt en implementeert kennisbanken, verzorgt training en volledige ondersteuning in samenwerking met Europees leider **FRAMENTEC**.

*Test zelf de instructieve **M.1 DEMO DISKETTE**.*

SYSTEMEN met DOORSGROEI-MOGELIJKHEID:

- M.1 voor IBM PC, XT, AT en compatibelen; 200 regels e.m., (M.1a 50 regels)
- K.1 voor IBM 30XX en 43XX onder VM/CMS of VMS/TSO, VAX/VMS; 4000 regels e.m.
- S.1 voor XEROX D Workstation, Symbolics, DEC/VAX; zeer groot aantal regels, ook in multi-user versie.

MATH COMP B.V.

PARKWEG 239 2271 BB VOORBURG
070-870595

WHITMAN ENGINEERING, INC.

DIGITAL SIGNAL PROCESSING

APPLIED
ARTIFICIAL
INTELLIGENCE

FRAMENTEC

de gebruiker een drietal weegfactoren worden gespecificeerd, die de berekening van de identiteitsscore beïnvloeden. Deze worden door Proximity aangeduid als *gewicht*, *instelling* en *compensatie* (weight, bias & compensation).

De factor gewicht kan het meest letterlijk worden uitgelegd. Deze parameter geeft aan hoeveel gewicht een in beide reeksen overeenstemmend teken in de schaal legt bij de totstandkoming van de uiteindelijke identiteitsscore. De regelmatige lezer van de Consumentengids zal met het begrip vertrouwd zijn, zij het niet onder deze naam. Het ligt voor de hand om aan spaties, punten en komma's gering gewicht toe te kennen, terwijl letters als Q en X door hun zeldzaamheid van groot gewicht kunnen worden geacht. Daarom zullen ook klinkers doorgaans een lager gewicht krijgen toegekend dan medeklinkers. Het gewicht kan in acht niveaus worden gedefinieerd. Over 256 tekens geeft dat een bijzonder ruime repertoirekeuze, in de orde van $1,5 \cdot 10^{231}$ combinatiemogelijkheden, die echter in de praktijk experimenteel zal moeten worden bepaald. Daar kan de nodige tijd en denkwerk in gaan zitten. En dan is het gewicht nog niet eens de enige instelbare weegfactor, en daarbij ook nog afhankelijk van de instelling van de beide andere.

De tweede instelbare weegfactor omschrijft Proximity als 'bias', uit de elektronica bekend als voorspanning, zij het dat dit laatste woord enigszins in onbruik is geraakt. Het begrip instelling is in deze wat slordig gekozen, want de instelling die aan elk van de 256 schrifttekens kan worden meegegeven betreft de aanpassing van het gewicht aan de plaats van het teken in de reeks. Een negatieve instelling doet een teken vooraan een reeks zwaarder tellen dan achteraan, een positieve instelling geeft een omgekeerd effect. De bruikbaarheid daarvan is gemakkelijk in te zien wanneer bijvoorbeeld binnen een ledenlijst een bewoner van zeg de Pennelikersdwaarsstraat moet worden gevonden. Vage informatie als: 'Het was iets met pen of zo aan het begin' (negatieve instelling) is relevanter dan 'Het was iets met straat of zo aan het einde' (positieve instelling).

De derde instelbare weegfactor wordt omschreven als 'compensatie'. Normaliter telt een teken dat slechts in één van beide reeksen voorkomt niet mee voor de identiteitsscore. Door het aanbrengen van compensatie kan ook een ontbrekend letterteken (of ontbrekende waare) gewicht wor-

den toegekend. Daarmee is het echter oppassen geblazen, zo waarschuwt Proximity nadrukkelijk. De invloed van overeenstemmende karakters op de IS neemt af naarmate hun plaats in beide reeksen verder uiteen ligt. Wanneer een bepaalde bytewaarde van compensatie is voorzien, kan het gebeuren dat vergelijking van twee reeksen een hogere score oplevert wanneer het teken in één van beide reeksen ontbreekt dan wanneer het op een verwijderd punt wordt aangetroffen. Proximity beveelt dan ook aan uiterst voorzichtig met compensatie om te gaan.

Simpel experimenteren zit er niet in

Gewicht, instelling en compensatie zijn afzonderlijk instelbaar voor elk van de 256 waarden die kunnen voorkomen. Het totaal aantal mogelijke combinaties is daarmee, voor de menselijke capaciteiten ten aanzien van het bewaren van overzicht tenminste, inderdaad onbegrensd te noemen. De informatie over de weegfactoren ligt binnen de PF474 opgeslagen in een werkgeheugen en is daarmee te allen tijde te wijzigen, ook tijdens uitvoering van programmatuur. Dat kan bijvoorbeeld van pas komen wanneer bestanden in verschillende talen worden bewerkt of anderszins uiteenlopende informatie langs kan komen. En daarmee houdt de mogelijkheid tot manipulatie nog geenszins op.

De PF474 geeft de gebruiker ook ruimschoots mogelijkheden om de binnenkomende tekst te bewerken, nog voordat hij wordt vergeleken. Voor de hand liggend is de vervanging van kleine letters door hoofdletters, om ervoor te zorgen dat jansen niet verschilt van JANSEN. Ook geeft de edit-functie de mogelijkheid om bepaalde tekens uit de vergelijking weg te laten. Dit gebeurt al automatisch met de tekens met code 00 en 01. De eerste waarde dient om het einde van een reeks bytes aan te geven, de tweede is een vulteken (FILL).

Hiermee is overigens al wat scherper geprofileerd dat de PF474 werd ontworpen voor tekstbewerking, want in een analoog naar digitaal omzetting kunnen nul en één doodnormale waarden zijn. De systeembouwer dient dus over hun lot te waken.

Gezien de uitzonderlijk ruime instelmogelijkheden die de PF474 de gebruiker biedt, zal er in de praktijk behoorlijk wat tijd overheen gaan voordat hij of zij ze in de vingers heeft. Proximity vermeldt dan ook fijntjes dat voor de meeste toepassingen een standaardinstelling voldoende moet worden geacht. Het zou in dat licht niet hebben misstaan wanneer bijvoorbeeld een koude

reset een standaardinstelling zou oproepen, of wanneer een standaard ingestelde versie van de PF474 beschikbaar zou zijn.

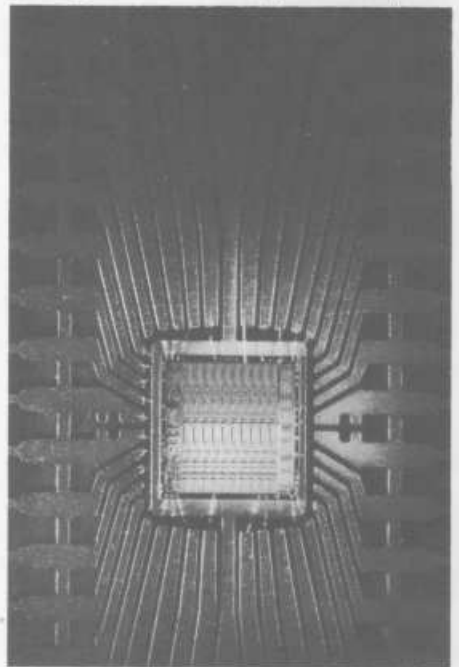
Voorlopig is dat nog een luxe die nog niet in silicium is omgezet. Aan hen die toch met een eigen repertoire aan instellingen willen experimenteren raadt Proximity met klem aan een journaal bij te houden. Gezien de toon waarin de tekst van die raad in het handboek is gezet kennelijk een advies dat wortelt in eigen ervaring, waarschijnlijk met het ontbreken van bedoelde aantekeningen.

Intern

In de architectuur van de PF474 zijn de bovengenoemde functie naast de eenheden voor het in- en uitgaand verkeer gemakkelijk te herkennen. Centraal staat de overeenstemmingslogica, een hoeveelheid elektronica die door Proximity uitsluitend met symbolische contouren wordt uitgebeeld. Het laat zich raden dat juist daar het Geheim van de Smid (Patent nr. 4.490.811 in de VS) zetelt en door Proximity angstvallig aan de ogen van buitenstaanders wordt onttrokken. De fysieke werking dient derhalve te worden geraden of gereconstrueerd, wie daar lust aan beleeft gaat zijn of haar gang. De rekenmethode wordt wel beschreven, zie hiervoor de afzonderlijke bespreking.

Al evenmin onthult de fabrikant enige de-

Over de elektronica binnen het IC wil Proximity weinig loslaten. Dat het een 40-pens IC betreft is al snel duidelijk en ook over de in- en uitvoerregisters is nog wel het en en ander te vinden. De rest zal moeten blijken uit diepgaande bestudering van de chip.



tails van de elektronica die de scorelijst uitrekent, in het Angelsaksisch de 'Ranker' genoemd. Ook daarin zal Proximity wel het een en ander aan zweet hebben zitten, vandaar de luiken voor de ramen. Over het blok waar de uitslaglijst intern in terecht komt, wordt niet geheimzinnig gedaan. Dat zijn gewoon zestien 32-bit registers. Ook de opzoektabel en de registers voor het contact met de buitenwereld zijn qua opbouw in hoge mate voorspelbaar. Slechts enkele details vermogen verbazing teweeg te brengen. Om de spanning erin te houden worden deze aan het meer technische slot van deze bespreking onthuld.

Tekst en tekst is twee

Eerst echter aandacht voor de tekstverge-

lijking door de PF474, gezien in een wat bredere context. Hoezeer het er ook de schijn van heeft, de processor is niet in staat teksten met elkaar te vergelijken.

Tenminste niet in de zin waarin ze gewoonlijk worden gebruikt, te weten overdracht van informatie. Wat de PF474 beschouwt is het uiterlijk van de tekst, niet de betekenis. Hiermee is een fundamenteel onderscheid tussen menselijke intelligentie en kunstmatige pogingen daartoe getekend. Of die grens kan worden overschreden staat ter discussie. In het geval van de PF474 is het antwoord echter duidelijk: geenszins.

Die beperking resulteert erin dat de meeste bizarre woorden, zinsneden of andere

teksteenheden hoog scoren in onderlinge gelijkenis. Binnen niet al te grote bestanden zal daar niet veel bloed uit lopen, want de kans dat een gezocht fragment door zestien uiterlijk overeenkomstige maar inhoudelijk volslagen verschillende teksten uit de hitlijst wordt verdrongen is dan beperkt. Er zijn echter voorbeelden te verzinnen (aardig gezelschapsspel voor Scrabble-fanaten die weer eens wat anders willen) waar een formeel werkend systeem de plank voorspelbaar blijft misslaan waar een mens in één oogopslag inhoudelijke overeenkomsten ziet. Het is logisch te veronderstellen dat de kans daarop toeneemt naarmate het bestand waarin wordt gezocht minder formeel is georganiseerd. In een adressenbestand zal het meevallen,

De rekenmethode van de PF474

Het IC vergelijkt beide reeksen twee maal met elkaar, een keer van voor naar achter en een keer van achter naar voor. Ofschoon voor de onderstaande voorbeelden steeds teksten zijn gebruikt, maakt het voor de processor niet uit wat voor symbolen of waarden hij vergelijkt. Verder is afgezien van de invloeden van gewicht, instelling en compensatie. Voor het gemak, enerzijds omdat de essentie van de werking er niet veel duidelijker door wordt, en anderzijds omdat Proximity de wijze waarop de weegfactoren doorwerken in de berekening niet volledig toelicht.

In de volgende voorbeelden worden beide reeksen van links naar rechts afgetast. De fabrikant geeft daar geen elektronisch equivalent van. Als de reeksen ongelijk van lengte zijn, dan zet het IC ze aan de rechterzijde recht onder elkaar, zowel bij de voorwaartse als de achterwaartse vergelijking.

De processor bepaalt de mate van overeenkomst, de identiteitsscore, door het delen van twee getallen. Daarvoor geldt de volgende formule:

$$IS = \frac{2 \cdot (X \text{ vgl } Y)}{(X \text{ vgl } X) + (Y \text{ vgl } Y)}$$

Hierin zijn X en Y de respectievelijke reeksen bytes. De bewerking vgl is de vergelijkingsoperatie. Deze telt het aantal maal dat er aan een teken uit de eerste reeks een identiek teken in de tweede reeks kan worden gekoppeld, ongeacht of ze op de-

voorwaarts: KILT			achterwaarts: TLIK		
		KILT			TLIK
rij:		abcd			abcd
rij	gelijk	totaal	gelijk	totaal	
a	1	1	1	1	
b	2	3	2	3	
c	3	6	3	6	
d	4	10	4	10	
 (X vgl Y) = 10 + 10 = 20					
 (X vgl X) = (Y vgl Y) = (X vgl Y) = 20					
 IS = 40/40 = 1					

Figuur A. Een eenvoudige vergelijking van twee gelijke reeksen.

Figuur B. Als de twee reeksen gelijk aan elkaar zijn maar er zijn twee tekens omgedraaid, dan neemt het vergelijkingstotaal in beide richtingen met één af.

voorwaarts: KILT			achterwaarts: TLIK		
		KLIT			TILK
rij:		abcd			abcd
rij	gelijk	totaal	gelijk	totaal	
a	1	1	1	1	
b	1	2	1	2	
c	3	5	3	5	
d	4	9	4	9	
 (X vgl Y) = 9 + 9 = 18					
 (X vgl X) = (Y vgl Y) = 20					
 IS = 36/40 = 0.9					

zelfde plaats staan of niet. Als er een overeenstemming is gevonden, dan zoekt de processor niet verder. Hij telt dus het aantal tekenparen in een reeks.

Dat tellen van paren gebeurt eerst alleen

voor het eerste teken, vervolgens voor de eerste twee, dan de eerste drie, enzovoort. Het telproces eindigt bij het einde van de langste reeks. De volledige vergelijkingprocedure voert het telproces eerst van

misschien, maar wie een passage uit een digitaal opgetekend boek zoekt kan voor curieuze verrassingen komen te staan.

Om alvast warm te lopen eerst een enkel eenvoudig voorbeeld. Wie de PF474 een tuinman laat opzoeken zal alle hoveniers mislopen. In de lijst van helderzienden komt geen paragnost voor en bij de bladen zit geen enkel tijdschrift. Of, voor de meer wiskundig georiënteerden, de PF474 vindt geen enkele overeenkomst tussen de reeksen 1,3,5,7,9,11,13,15,17,19 en 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20. En zo zijn er ettelijke vallen te verzinnen waar een formeel systeem met open ogen in trapt bij gebrek aan benul van de betekenis achter de representatie.

Het probleem met de semantiek

Een ander punt is de versluiering door schijnbare overeenkomst, formeel begrijpelijk maar inhoudelijk nonsens. Neem het voorbeeld van Arnout Hazelaar die zijn vriendin Bernadette Zuidervlied een hartverscheurende passage wil laten lezen uit Onmin en Vuur, verschenen op optische disc in kalfsleideren cassette. Centraal daarin staat, zo meent hij, de meedogenloze oerstrijd tussen het Geel en het Rood, dus Arnout voert als zoekstring 'Geel en Rood' in. Volgens de score van de PF474, afgebeeld in figuur 1, kan Bernadette kiezen uit een vrij uitgebreide thematiek (de score is voor deze toepassing even berekend met de zakjapanner op basis van de rekenmethode van Proximity).

Voorwaar, geen geringe onderwerpen, maar toch niet het Geel en het Rood dat Arnout Bernadette zo gaarne deelachtig had gemaakt.

De PF474 had in dit voorbeeld de standaardinstelling wat betreft gewicht, instelling en compensatie. De tiende decimaal verviel wegens de beperking van de simulatie. Aan de scorelijst is overigens te zien dat de vierde tot en met de negende decimaal evenzeer hadden kunnen komen te vervallen, en dat het voorkomen van drie gelijke scores bij vier miljard mogelijkheden statistisch gesproken te denken geeft. Uiteindelijk zal na een aantal zoekpogingen het verlangde onderwerp op het scherm verschijnen, hoe bescheiden de score ook moge zijn. Nog afgezien van wat

voorwaarts: KELT	achterwaarts: TLEK
KLETS	STELEK
rij: abode	abode

rij	gelijk	totaal	gelijk	totaal
a	0	0	0	0
b	1	1	1	1
c	2	3	1	2
d	3	6	3	5
e	4	10	4	9

$$(X \text{ vgl } Y) = 10 + 9 = 19$$

$$(X \text{ vgl } X) = 20$$

$$(Y \text{ vgl } Y) = 30$$

$$IS = 38/50 = 0.76$$

Figuur C. Vergelijking van twee reeksen van ongelijke lengte.

Figuur D. Een iets complexere vergelijking, afkomstig uit het voorbeeld van Arnold, Bernadette en de literaire thematiek.

ENG ELEN MOORD	D ROOM NELEONE
O E E L E N R O O D	D O O R N E L E E G
0 0 1 2 3 4 5 6 6 7 9 10	0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 8 10

$$(X \text{ vgl } Y) = 53 + 54 = 107$$

$$(X \text{ vgl } X) = 156$$

$$(Y \text{ vgl } Y) = 110$$

$$IS = 214/266 = 0.804511278$$

links naar rechts uit en vervolgens van rechts naar links. Het uiteindelijke resultaat wordt berekend door alle gevonden aantallen bij elkaar op te tellen.

Omdat de noemer de som van de vergelij-

kingswaarden van de twee reeksen is als ze met zichzelf worden vergeleken, zal de IS voor twee gelijke reeksen gelijk aan 1 zijn. Zo verloopt bijvoorbeeld de vergelijking van KILT met zichzelf als in figuur A.

Omdat telkens het totaal aantal tekenparen in een toenemende rij wordt opgeteld, is het totaal voor een reeks X met lengte L_X gelijk aan:

$$(X \text{ vgl } X) = 2 \cdot \sum_{i=1}^{L_X} i = L_X^2 + L_X$$

Als gevolg daarvan is de eerder gegeven formule voor de identiteitsscore ook te schrijven als:

$$IS = \frac{2 \cdot (X \text{ vgl } Y)}{L_X^2 + L_X + L_Y^2 + L_Y}$$

Twee voorbeelden voor ongelijke reeksen, in positionering van de tekens en in lengte, staan in figuur B en C. Een van de vergelijkingsreeksen in het literaire uitstapje van Arnold en Bernadette staat uitgerekend in figuur D.

Overigens is het de vraag of de 32-bit nauwkeurigheid in de identiteitsscore wel volledig wordt benut. Het aantal mogelijke waarden in de noemer is zeer beperkt. De noemer hangt alleen af van de lengtes van de twee reeksen, en daarbij zijn er maar 127 mogelijkheden. Hoeveel combinaties dat totaal oplevert is niet direct duidelijk, maar het aantal is in elk geval kleiner dan $0.5 \cdot 127^2$ oftewel minder dan 8000. Het aantal mogelijkheden in de teller is duidelijk groter. Dat voor een 32-bit waarde is gekozen, is derhalve begrijpelijk. Er zijn kennelijk aanzienlijk meer dan $8000^2 = 64 \cdot 10^6$ mogelijkheden, en daarvoor is een 24-bit getal met een bereik van $16 \cdot 10^6$ niet meer toereikend.

MOGELIJKHEDEN

- Auto-dial
- Auto-answer
- Auto-DIAL-BACKUP
- Auto-Normering
- Software besturing
- 300 bps full-duplex
- 1200 bps half-duplex
- 75/1200 bps Vditel
- Interspeeder
- Geheugen voor 50 links

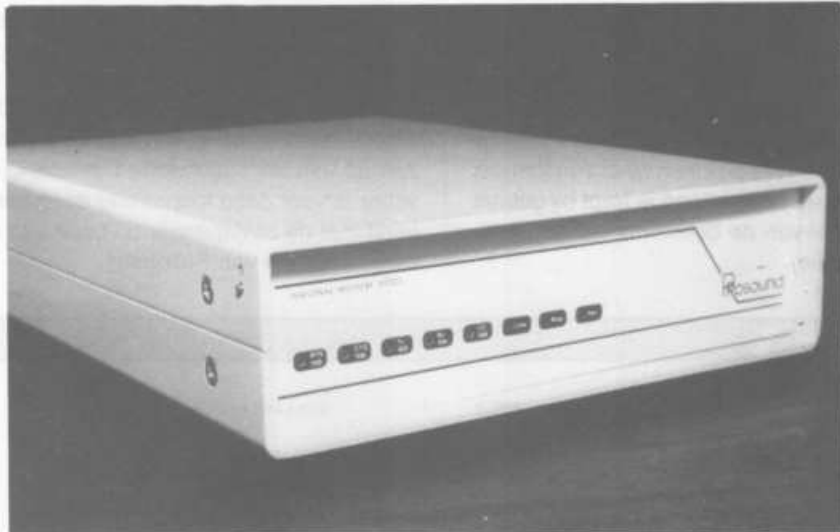
Professionele toepassingen

Natuurlijk is de V2123 niet alleen geschikt voor pc-gebruikers, er is voorzien in een veelheid van instellingen voor gebruik bij remote control- en database-toepassingen. De DIAL-BACKUP-functie belt geregistreerde gebruikers terug, en kan uitstekend worden gecombineerd met computersystemen die beschermingsfaciliteiten tegen computerinbraak missen. Tot 50 verschillende gebruikers kunnen per modem worden toegelaten. De modem is vanzelfsprekend toegelaten door de Nederlandse PTT (NL 85061901).

Prijs Fl. 1725,- excl. 19% BTW

PERSONAL MODEM V2123

Dankzij de ingebouwde intelligentie mag dit modem zich met recht 'Personal modem' noemen: de V2123 is een uitstekende partner voor elke personal computer. Een veelheid van (software) besturingscommando's maakt het realiseren van dataverbindingen 'kinderspel'.



Vraag uitvoerige documentatie bij:
Prosound Datacommunicatie
Postbus 563 - 2600 AN DELFT
tel. 015-617013

Rosound



(E)EPROM PROGRAMMER + SIMULATOR f 4750,- ex btw.

prom
base

kommunikatie/archiverings software
beschikbaar. Bel voor informatie 015-609594/596
(direkte lijn).



KONING EN HARTMAN

Energieweg 1, Postbus 125,
2600 AC Delft, Telefoon 015-609906.

86A325

reeks	identiteitsscore
1) Meel en brood	0,818181818
2) Engelenmoord	0,804511278
3) Leed en nood	0,772727272
4) Veel te groot	0,768595041
5) Leen een oor	0,745454545
6) Leeg en voos	0,745454545
7) Geen gehoor	0,745454545
8) Veel gedroomd	0,729323308
9) Leven en dood	0,702479338
10) Eendekroos	0,700000000
11) Heel erg boos	0,677685950
12) Neus, keel en oor	0,671232876
13) Gel verdroogd	0,669172932
14) Emmeloord	0,660000000
15) Steel een boor	0,639097744

Figuur 1. De PF474 zou geen bijster goed figuur slaan bij literatuuronderzoek en tekstverklaring. Wat de processor als best overeenkomende tekst beschouwt heeft weinig met semantische gelijkenis te maken. Kunstmatige intelligentie in een IC is voorlopig nog toekomstmuziek.

er verder nog in Onmin en Vuur te lezen valt, komt het volgende lijstje vanzelf een keer te voorschijn:

...) Lege doos:	0,626373626
...) Rood en geel:	0,563636363
...) Leeghoofd:	0,553719008

Welnu, het verdere verloop van de avond laat zich aanzien, maar zou een PF474 op een prijslijst worden losgelaten, dan mag het volgende tafereel, daags erna in de showroom van Garage Everding, het klapstuk van de veiling heten. Daar kijkt men uit naar een automobiel in de prijsklasse van, zeg, tienduizend gulden. Als prijsindicatie wordt f 10.000 ingetoetst en de PF474 komt als eerste op de proppen met een Fangioletta Stradale GLX van f 100.000, want dat bedrag heeft een identiteitsscore van 0,833333333. Jammer voor de Zaslav 66, die met een prijs van f 9998 niet eens wordt opgemerkt.

De hardware

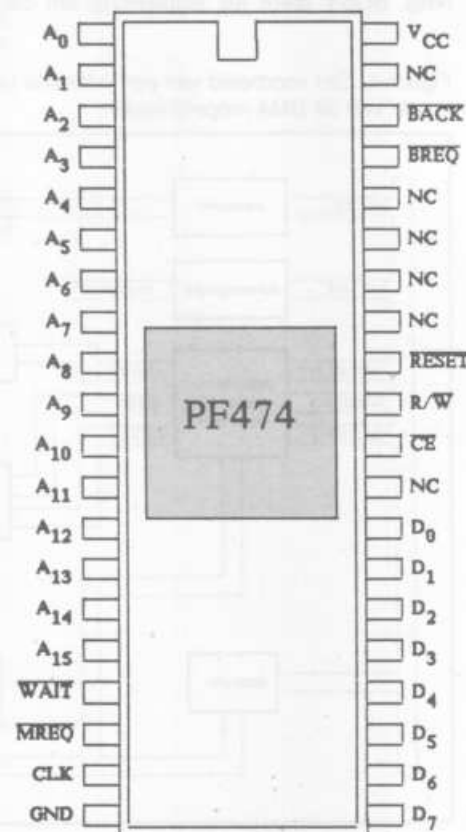
Terug naar de werkelijkheid van het silicium. De PF474 is gebakken in NMOS techniek; lijnbreedte en aantal actieve componenten worden niet genoemd. Er zijn drie versies beschikbaar die van elkaar verschillen in kloksnelheid. De snelste loopt op 3,6 Megahertz, daaronder figuren een 3,0 en een 2,5 MHz versie. Alle zijn ondergebracht in een 40-pens keramische behuizing. De aan de pennen toegekende functies zijn niet bijster gecompliceerd en, ofschoon duidelijk gericht op combinatie

met IC's uit de 80X88- en 80X88-serie, vrij direct met allerlei processoren te verbinden (figuur 2). Overigens dateert de thans beschikbare documentatie al van 1984, wellicht is er in de tussenliggende tijd ook al gedacht aan een modernere behuizing voor vlakmontage. Een enkelvoudige vijf volt voeding volstaat.

De maximale lengte van elk van beide met elkaar te vergelijken reeksen karakters is 127 byte. Bij een reekslengte van acht byte zijn een kleine zestigduizend vergelijkingen per seconde mogelijk, uitgaande van een 3,6 MHz geklokte versie van de PF474 die zonder wachttijden toegang heeft tot het werkgeheugen van het systeem waar hij als coprocessor deel van uitmaakt. Bij toenemende reekslengte neemt het aantal vergelijkingen per seconde af, naar specificatie van Proximity lineair. Dat zou dan onder gelijke omstandigheden neerkomen op circa negenduizend 64-byte reeksen per seconde.

Nogmaals, het hangt van de DMA organisatie van het gastsysteem af in hoeverre deze getallen in de praktijk waarde hebben. Verder speelt de ordening van de in-

Figuur 2. De functie van de 40 pennen is eenvoudig en recht toe recht aan. Hoewel de functies zijn gericht op de serie 16-bit Intel processoren, zal het geen overdreven toer zijn om het IC aan een andersoortige CPU te hangen.



formatie binnen het te bewerken bestand een rol. Om bijvoorbeeld te voorkomen dat enige voorselectie moet plaatsvinden die bij de totale responsietijd wordt bijgeteld. Ook zal niet altijd volledig in werkgeheugen kunnen worden geopereerd, zodat zoeken en laadtijden van achtergrondgeheugen en dergelijke eveneens een rol zullen spelen. Hier heeft de praktijk het laatste woord, en vergeet vooral ook niet het gepuzzel in de begroting op te nemen wanneer van standaardgewichten, -instellingen en -compensaties wordt afgeweken.

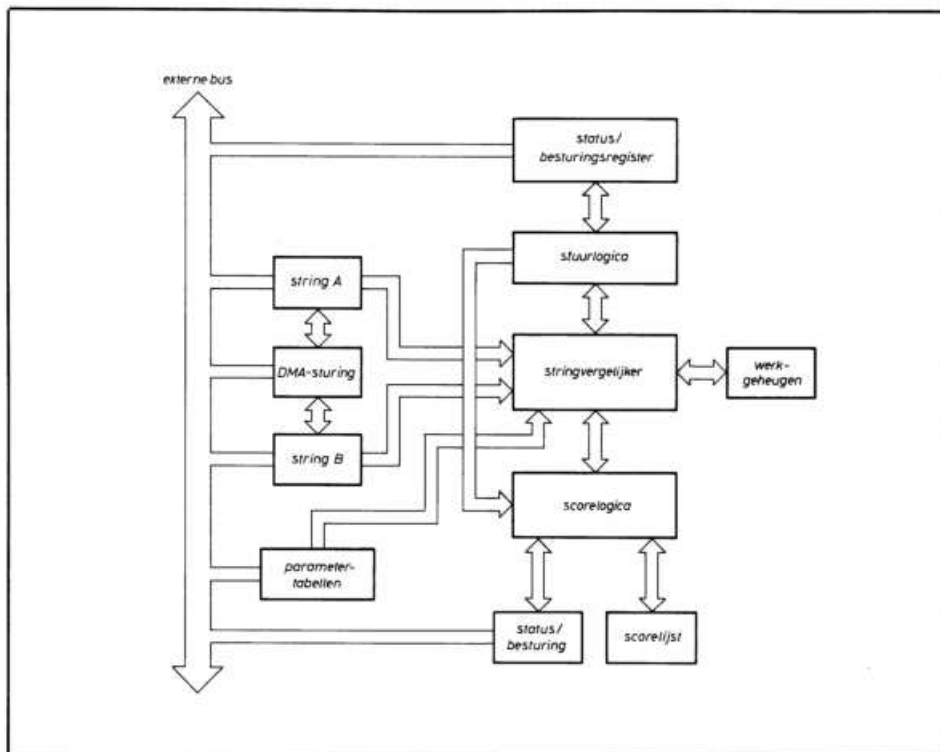
Architectuur

Tot slot de architectuur van de PF474. De meest interessante details ontbreken, te weten de schakeling van de vergelijker en die van de logica voor het bijhouden van de scorelijst (figuur 3). Verder helaas niets opzienbarends, het in- en uitgaande verkeer verloopt via doodnormale registers die in de systeemarchitectuur kunnen worden geplaatst in een I/O-gebied of binnen het geheugen.

De adressen van de PF474 liggen tussen 001_[16] en 3FF_[16], de totale adresruimte belooft dus één kilobyte. Deze is niet volledig in gebruik, toekomstige uitbreidingen zijn dus mogelijk, zoals gewoonlijk. De kilobyte is verdeeld in vier blokken van een kwart kilobyte elk. Het laagst gelegen kwart wordt aangeduid als 'Control Register', besturingsregister dus. Het volgende kwart is de parametertabel, waarin voor elk van de 256 tekens 3 bits gewicht, 2 bits instelling en 3 bits compensatie worden opgetekend. Het derde kwart is gereserveerd voor beide tekenreeksen, die elk de helft van de ruimte in beslag nemen. Het hoogst gelegen kwart tenslotte is gewijd aan de scores. In de onderste helft ervan zetelt besturingsinformatie en in de bovenste helft resideert de scorelijst.

De eenvoudigste inrichting heeft de parametertabel op de adressen 100_[16] tot en met 1FF_[16]. De tekencodes verwijzen direct naar de geheugenplaatsen, dus de 'm' in ASCII (6D_[16]) staat op adres 16D_[16]. De tabel wordt niet door reset beïnvloed, hetgeen impliceert dat de programmatuur op de inhoud moet toezien. Ongebruikte byte-waarden hoeven niet te worden gedefinieerd. Zoals gezegd dient de waarde 00 als sluitteken voor een reeks en heeft deze verder geen betekenis.

De computer mag de parametertabel alleen aanroepen als de PF474 niet bezig is. Informatie met betrekking daarop staat in de besturingsregisters en de computer moet deze dus eerst raadplegen alvorens tot verdere actie over te gaan. De verant-



Figuur 3. Over de interne architectuur doet de fabrikant nogal geheimzinnig. Vooral de structuur van de vergelijker en de logica voor de scorelijst blijft onduidelijk. Gezien de eenvoud en soms merkwaardig inconsequente indeling van de rest van de elektronica, zullen het ook deze onderdelen zijn geweest waarvoor men zich bij het ontwerpen zich werkelijk heeft ingespannen.

woordelijkheid voor de goede gang van zaken ligt in deze bij de gebruikersprogrammatuur, de tabel is dus tijdens de reeksbewerking niet gesloten. Zo'n beveiliging was elektronisch overigens geen duivelskunst geweest, dus ook op het vlak van de componenten kan er nog het een en ander aan gebruikersvriendelijkheid worden gerealiseerd.

Ook het derde blok, dat beide reeksen bevat en ligt tussen de adressen $200_{[16]}$ en $2FF_{[16]}$, laat zich kort toelichten. Reeks A is inclusief afsluitbyte maximaal 128 bytes lang en ligt opgeslagen tussen $200_{[16]}$ en $27F_{[16]}$. Reeks B is maximaal van gelijke lengte en ligt dus tussen $280_{[16]}$ en $2FF_{[16]}$. Beide reeksen zijn ten opzichte van het vergelijkingsprocédé gelijkwaardig.

Besturingsregisters

Het laagst gelegen blok op adressen $001_{[16]}$ tot en met $0FF_{[16]}$ bevat besturingsinformatie en omvat vier 8-bit registers en één van 16-bit. Gelegen binnen een volle pagina geheugenruimte zijn er dus volop mogelijkheden tot expansie in de toekomst. Verder zijn er in drie registers samen slechts vijf bits in gebruik. Er is voorwaar kwistig met geheugenruimte omgesprongen.

In het statusregister (001) zijn twee bits in

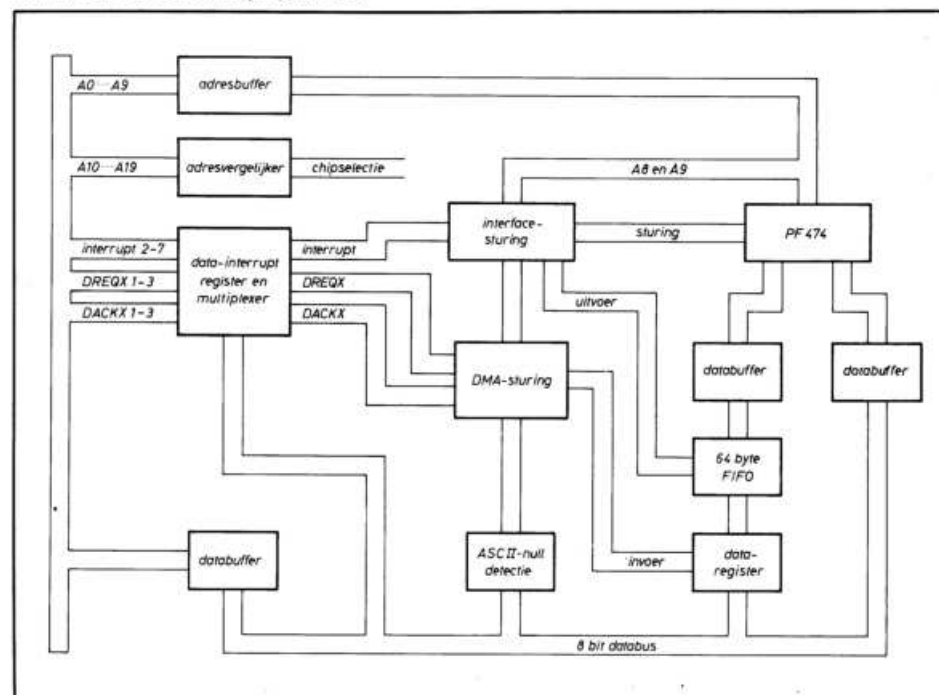
gebruik, waarvan het ene bit (SBSY) aangeeft of er een vergelijkingsproces gaande is en het andere bit (BUSY) of er activiteit is binnen de vergelijker of de scoreberekening. BUSY dient als signalering om de

toegankelijkheid van de parametertabel en de validiteit van de uitslag aan te geven. SBSY bestuurt het ophalen van nieuwe reeksen. Deze kunnen worden geladen wanneer het vergelijken gereed is, ongeacht of de score van de voorgaande vergelijking al is berekend en al dan niet in de tabel is opgenomen.

Het commandoregister (004) heeft ook slechts twee bits in gebruik, aangeduid met RST (reset) en GO. Hiermee kan het omringende systeem de PF474 onder programmabesturing resetten of starten. Beide bits hoog veroorzaakt echter uiterste verwarring. Het waken hierover dient de programmeur te doen; gebruikersvriendelijkheid deel twee.

Nog royaler van opzet is het Clear Position Index (CPI) register op $80_{[16]}$. Hiervan is slechts één enkel bit in gebruik, waarmee een intern register kan worden gereset. Proximity licht dat niet uitgebreid toe, waarschijnlijk gaat het hier om een register waarin de processor intern de nummering van de tekens binnen de reeksen bijhoudt. De resterende twee registers hebben betrekking op de DMA functies. Het 16-bit DMA-register (008 en 009) bevat het startadres van de eerstvolgende reeks en de eerste initialisatie daarvan dient het gebruikersprogramma voor zijn rekening te nemen. De PF474 kan zowel eenmalig vergelijken als continu. In het laatste geval wordt het DMA register automatisch opnieuw geladen, vergelijkbaar met een adresteller.

Figuur 4. Een voorbeeld van een interface van de PF474 met een computer die gebruik maakt van de DMA-mogelijkheden.



DMA-mogelijkheden

Het vijfde register in het onderste blok is een besturingsregister dat verschillende opties voor de DMA-functies instelt. Een bit daarvan, onder de naam DMGO, beheert de automatische verwerking. Is deze ingeschakeld dan geschiedt het laden en vergelijken van opeenvolgende reeksen buiten de gebruikersprogrammatuur om, een voorwaarde voor het bereiken van de maximale verwerkingssnelheid. Is DMGO inactief dan vindt per slag slechts één vergelijking plaats. De aanvoer van nieuwe reeksen en het in gang zetten van de verwerking verloopt dan onder besturing van het gebruikersprogramma (figuur 4).

Het SEL bit van het DMA-optiesregister bepaalt welke van beide reeksen wordt gezien als zoekreeks. De PF474 zal deze dan éénmalig laden terwijl hij de andere reeks bij elke nieuwe slag ververst. De resterende zes bits van het DMA-register hebben betrekking op de bewerkingsfuncties die de PF474 kan uitvoeren op binnenkomende reeksen voordat de vergelijking plaatsvindt. Gedetailleerde bespreking van alle mogelijke bewerkingsfuncties voert hier te ver en vereist ook voor een overzicht van de samenhang het een en ander aan tabellen.

Een reeks mag niet langer zijn dan 127 tekens plus één stopbyte (00). De programmeur dient er op toe te zien dat aan deze voorwaarde wordt voldaan, bij afwijking raakt de PF474 in de war; gebruikersvriendelijkheid deel drie.

Scores

De hoogst gelegen pagina in het geheugengebied van de PF474 omvat de scorelijst en de besturing van de scorelogica. De bovenste helft (380_[16] tot en met 3FF_[16]) bevat de door de processor berekende scorelijst, opgebouwd uit zestien blokken van acht byte die elk zijn onderverdeeld in twee blokken van vier byte. In het ene 4-byte blok wordt de 32-bit identiteitsscore opgetekend, in het andere een 32-bit referentienummer waarmee de PF474 de scorende reeks kan terugvinden. De gehele lijst omvat dus zestien scores plus zestien bijbehorende identificaties. De hoogste score staat op het laagste adres.

Tot slot is er in het besturingsgedeelte plaats gemaakt voor een zestal registers, samen twintig van de 128 adresplaatsen in beslag nemend. Hier komen de curieuze details die eerder waren beloofd aan de orde. Twee acht byte metende registers, geheten LVAL en Next IRN zijn extern toegankelijk, maar Proximity wijst er op geen toepassing te kunnen verzinnen waarin dat ook maar enige zin zou hebben. Verder



Proximity heeft ook een kaart ontwikkeld, de PF-PC, waarmee de PF474 is te gebruiken in PC's en compatibele systemen. De interface heeft een tweetal extra besturingsregisters, die samen overigens wel 1 Kbyte geheugen in beslag nemen.

wordt de informatie opgeslagen als acht nibbles in de onderste helft van de bytes, terwijl de bovenste helft ongebruikt blijft. Proximity noemt het uitlezen van deze registers dan ook 'less than straightforward', niet bijster simpel dus.

LVAL bevat de 32-bit score van de laatste vergelijking die werd uitgevoerd. De zinnigheid van deze informatie hangt af van de plaatsing op de uitslaglijst. Heeft deze plaatsgevonden dan heeft LVAL enige zin, valt de score buiten de prijzen dan is de waarde van LVAL strikt anecdotisch.

Next IRN is eveneens acht byte groot en gebruikt net als LVAL slechts de onderste nibbles van elke byte. Dit register is niet meer dan een teller die de interne referentienummers bijhoudt.

Informatie over het al dan niet opgenomen zijn van een score in de uitslaglijst wordt gegeven in het RANKED-register. Het kent slechts twee waarden, nul wanneer er niet van opname sprake is en 0F_[16] wanneer dat wel het geval is. De plaats op de lijst die aan de laatst opgenomen score werd toegerekend is te vinden in het LRANK-register, dat daartoe de waarden 00_[16] tot en met 0F_[16] kan aannemen.

Tenslotte is er nog een register dat van enige zinnigheid kan worden verdacht, het SIZE-register. Hierin kan de gebruiker de gewenste lengte van de scorelijst schrijven. Standaard is die lengte zestien posities, maar minder kan ook. Volgens Proximity is het effect van een kortere lijst op de verwerkingstijd echter te verwaarlozen, maar instelbaar is instelbaar.

Niet bijster consequent

Tot zover de beschikbare details van de architectuur van de PF474. Bijzonder spijtig is natuurlijk het ontbreken van zicht op de opbouw van de vergelijkingslogica en die van de elektronica die de scorelijst bijhoudt. Het enige dat verder opvallend mag worden genoemd is de rommeligheid en de inconsistentie die de opzet van de diverse registers tekent.

Een andere bedenkelijke eigenschap is het ontbreken van ingebouwde voorzieningen tegen verkeerde besturing. Het vereist geen buitengewoon gecompliceerde logica om bijvoorbeeld de parametertabel voor extern gebruik te inactiveren zolang er in-

tern gebruik van wordt gemaakt. Zeker niet als de laatste informatie al in een statusregister voorhanden is. Bij een opbouw uit losse componenten zouden bijvoorbeeld externe chip enable- en write-signalen kunnen worden onderdrukt, bij integratie op één chip moet dat toch ook niet moeilijk zijn. Een of twee EN-poorten zouden in dat opzicht al veel kunnen uitrichten.

Ook de invulling van de kilobyte geheugenruimte die de PF474 in beslag neemt is niet bepaald elegant. Grote gedeelten zijn ongebruikt, andere zijn van hoogst discutabel nut en zouden volledig intern kunnen worden gehouden. Gezien de gerealiseerde functies was een halve kilobyte ook genoeg geweest, om met enig zuinig commentaar op Amerikaanse onbekommerdheid langs te komen.

Kant en klaar

De PF474 is verder ook terug te vinden op de PF-PC kaart die eveneens door Proximity wordt gefabriceerd. Deze is bedoeld als uitbreiding in een IBM PC of daarmee honderd procent (hoewel iets minder misschien ook voldoende is) uitwisselbaar systeem. Zowel de PC-1, -2, XT als AT uitvoeringen zijn geschikt om de PF-PC kaart gastvrijheid te verlenen. De keuze van het systeem zal afhangen van eventuele aanwezigheid van andere uitbreidingskaarten of van de gewenste geheugenomvang in verband met de te verwerken bestands-grootte.

Bij de PF-PC kaart wordt programmatuur op schijf meegeleverd die de besturing van de kaart verzorgt, alsmede een demonstratieprogramma waarmee de gebruiker enige ervaring met de werking van een en ander kan opdoen. Verder is voorzien in diagnostische hulpmiddelen. In tegenstelling tot de kale processor vraagt de PF-PC kaart 2 Kbyte geheugenruimte. De tweede kilobyte wordt gebruikt om er twee registers in onder te brengen, elk één byte groot. Het is niet helemaal duidelijk waarom Proximity niet voor elke registerbyte een eigen kilobyte heeft gereserveerd.

Voor het antwoord op deze en wellicht nog vele andere vragen dient contact te worden opgenomen met Proximity Technology, 3511 North East Avenue, Fort Lauderdale, Florida 33308 in de Verenigde Staten, tel.: (09) 1.305.566.3511, telex: 160054.

Chuck Peddle in Nederland

Chuck Peddle was onlangs in Nederland om voor Tandon, waar hij president-directeur van is, de AT-compatibele PCA-40 computer te introduceren. In dit systeem is onder meer gebruik gemaakt van een nieuwe, half hoge hard disk drive met een capaciteit van 40 Mbyte. Nadat Xerox en Tandem hadden besloten deze computer als OEM-systeem te gaan verkopen, is Tandon er nu ook zelf mee op de markt gekomen.

Natuurlijk is Chuck als computerpionier altijd goed voor een aantal interessante uittalingen. Zo zorgde hij indertijd onder meer voor de ontwikkeling van de PET-2001 ("Je kan van het toetsenbord zeggen wat je wilt, maar het was wel mooi het invoermedium met de meeste functies per oppervlakte-eenheid..."). Het hart daarvan was de 6502 microprocessor, eveneens een ontwikkeling van Chuck Peddle. Daarvoor had hij zijn sporen al verdiend door mee te werken aan de ontwikkeling van de 6800.

De 6800 werd in eerste instantie alleen toegepast in specialistische ontwerpen, zodat de produktie van de processor gering bleef en de prijs hoog. Peddle: "Op een gegeven moment kreeg ik te horen dat de prijs van de processor veel te hoog was. Mijn reactie was toen: 'Jullie willen een goedkopere? Dat kan.' En na een aantal maanden kon ik ze laten zien wat dat in de praktijk betekende, namelijk de 6502". Wat dat betreft

Picojournaal is een rubriek voor allerlei nieuwtjes, roddels, geruchten en tips, geschreven door Lino Bijnen. Hebt u iets waarvan u meent dat het voor publicatie in aanmerking komt, geef dit dan door aan de redactie. Wij onderzoeken het dan op "juistheid" en als het geschikt is bewerken we het voor publicatie. Natuurlijk kunt u ook voor vragen en op- of aanmerkingen bij ons terecht.

*Het adres is: redactie Databus
postbus 23
7400 GA Deventer*

meent Chuck Peddle dan ook dat er met trends als RISC eigenlijk weinig nieuws onder de zon is: "Als je het goed bekijkt, was de 6502 de eerste RISC-processor. Door de goedkope constructie was de instructieset beperkt van omvang."

Met deze ontwikkelingen heeft Peddle als het ware aan de wieg gestaan van de microcomputerhause, maar: "Nee, we hadden niet de minste notie van de toekomst. Als er als eens in het koffiedik werd gekeken, en we maakten een volgens ons gedurfde voorspelling, dan bleek na een paar jaar dat we er helemaal naast hadden gezeten." Ook vandaag de dag is het nog moeilijk om een zuivere projectie te maken van toekomstige ontwikkelingen en het enige wat Peddle kwijt wil is: "Op het gebied van de microprocessor hebben we eigenlijk nog niets gezien. Zelfs de nieuwste processoren worden maar voor een

fractie van hun vermogen gebruikt. Ik denk dat we in de loop van het komende jaar flink wat nieuwe ontwikkelingen zullen zien. Ook op softwaregebied zal dit de nodige consequenties hebben."

Op het gebied van nieuwe ontwikkelingen kijkt Tandon toch het liefst de kat een beetje uit de boom. Peddle verklaart dit als volgt: "De grote bedrijven hebben geld genoeg, dus laat zij maar experimenteren en zich uitsloven op nieuwe marktsegmenten. Een recent voorbeeld waar je natuurlijk niet omheen kan, is IBM met de nieuwe Convertible. Daarin zitten 3,5-inch disk drives, en het zou best kunnen dat die maat weer een standaard wordt. Zoiets merk je vanzelf, en dat is niet iets om je nu al zorgen om te maken. Ik denk trouwens, dat er binnen een paar jaar een nieuwe definitie ontstaat van het begrip 'draagbaarheid', en dat is alles wat ik erover kwijt wil."

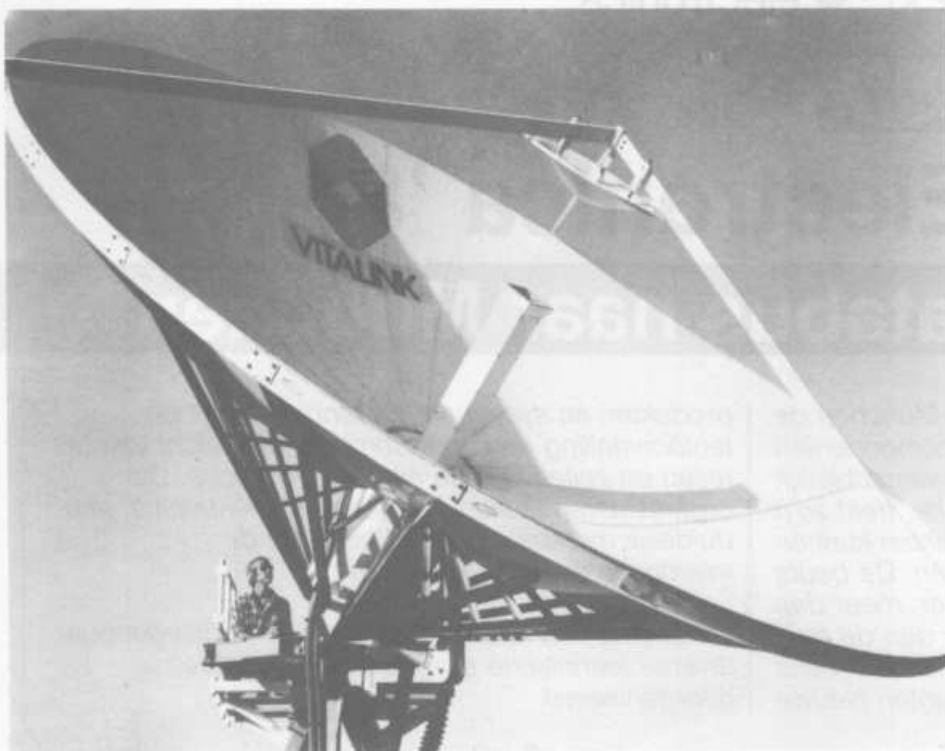
Als Peddle eenmaal op z'n praatstoel zit, kan een interviewer snel het idee krijgen dat hij op rozen zit. De ene anekdote na de andere vliegt over tafel en ook op technisch gebied komt er een stroom van informatie los. Tot het moment dat Chuck Peddle in de gaten krijgt dat hij iets zit te vertellen wat eigenlijk niet naar buiten mag komen. Zijn standaardkreet is dan: "I know too much." Eén van de onderwerpen waarbij deze kreet een paar malen werd geslaakt, betrof de nieuwe serie hard disk drives van Tandon. Deze zijn ondergebracht in een half hoge behuizing en de kleinste uitvoering heeft een capaciteit van 40 Mbyte. Door geringe veranderingen in het binnenwerk kan de capaciteit worden opgeschroefd tot zo'n 100 Mbyte. Dat belooft dus nog wat voor de toekomst. (Richard A. Keijzer)



Chuck Peddle, als ontwikkelaar van de PET en de 6502 een van de computerpioniers, is nu president-directeur van Tandon. Dat heeft hem wel voorzichtig gemaakt in zijn uittalingen: "Ik weet teveel."

Grote achterstand op gebied van databanken

Het zal de meesten onder u niet verwonderen dat de Verenigde Staten het grootste aantal voor iedereen toegankelijke databanken heeft, al dan niet tegen betaling te gebruiken. Er zijn er daar meer dan 2000, en dat is 75% van het totale aantal dat zich op deze aardbol bevindt. Europa heeft minder dan 300 openbare databanken en loopt daarmee behoorlijk achter. Dit is de conclusie die Hubert Leibinger van Prognos AG in Bazel heeft getrokken uit de door hem verzamelde en gepresenteerde cijfers. Volgens Leibinger is er een aantal oorzaken voor deze achterstand. Zo werken de Europese PTT's teveel op papier samen en te weinig in de praktijk, en ook levert de EEG geen bijdragen die tot verbe-



Beperkingen als het kleine aantal te ontvangen satellieten en problemen met vergunningen bij plaatsing, maken dat databanken en satellietcommunicatie in Europa nog lang geen gemeengoed zijn.

tering van de situatie kunnen leiden.

Een andere belangrijke oorzaak voor het kleine aantal databanken is het feit dat er nauwelijks satellieten zijn. Is het in Amerika niet meer dan normaal dat je een schotel plaatst als je satellietcommunicatie wil plegen, in Europa is dat wel wat anders. Aangenomen dat er al een satelliet is, dan moet die nog in een aanstraalbare positie staan en door een organisatie worden geëxploiteerd die ook particuliere bedrijven toegang verleent. En dan moet een schoonheidscommissie nog goedkeuren dat de schotel geplaatst wordt. Dat zijn zoveel remmende factoren dat er werkelijk zeer veel moet gebeuren om niet definitief achter te raken.

Ook wat betreft de informatieleveranciers loopt Europa niet bepaald voor. In de Verenigde Staten zijn meer dan 20.000 bedrijven die informatie verschaffen over wetenschap, techniek, producten en dergelijke. Dat is tien maal zoveel als in Europa. Een zeer aanzienlijke achterstand, die niet gemakkelijk in te halen zal zijn. Maar het is niet onmogelijk, men moet er alleen iets aan willen doen.

Nieuws bij Apple?

Weissager van International Data Corporation is één van de koffiedikkijkers van dit over de gehele wereld werkende markton-

derzoeksbureau. Volgens hem moet Apple nog dit jaar met een nieuw, revolutionair systeem komen of anders krijgt het bedrijf problemen. Apple heeft nog steeds behoorlijk succes met de Macintosh, maar toch heeft deze computer nooit zo goed verkocht als de bedoeling was. Het systeem is zeker niet het alternatief voor de

IBM PC geworden, iets waarop Apple mikte en waarop velen hebben gehoopt. Weissager meent zelfs dat de positie van de Macintosh te zwak is om Apple behoorlijk stand te kunnen laten houden in de markt voor personal computers.

Op de scholen draait Apple op dit moment behoorlijk goed. Maar dat is dan wel met de producten waar het bedrijf ooit mee is begonnen, of de opvolgers daarvan. De Apple II en IIe lopen daar uitstekend, maar dat zijn ontwerpen die zijn gebaseerd op een van de oudste microcomputers en – alweer volgens Weissager – op scholen en instituten neemt de interesse sterk toe om IBM-software te gebruiken. En zo raken de Mac en de Apple II en IIe ook daar uit de mode.

Volgens Weissager zal Apple spoedig met iets nieuws en revolutionairs moeten komen, omdat anders het marktaandeel steeds kleiner zal worden. Dat zal het bedrijf echter zelf ook wel in de gaten hebben.

Als een van de grootste computerfabrikanten moet Apple zeker in staat zijn tot het uitstippelen van een strategie op de langere termijn. De voorlopige conclusie is dan ook dat er binnen afzienbare tijd wat nieuws valt te verwachten. En als de strategie nog hetzelfde is als eind 1985, dan is dat nieuws voornamelijk bedoeld voor scholen en universiteiten.

Met een nu toch wel verouderende Apple IIe en IIc en een niet echt succesvolle Macintosh, ziet het er naar uit dat we binnenkort wat nieuws bij Apple kunnen verwachten.



Gemakkelijk, goedkoop en toch
comfortabel reizen naar de
'Electronica '86'
te München.



electronica

Electronica '86

Reis met Databus naar München

Eens in de twee jaar wordt in München de vakbeurs voor elektronische componenten 'Electronica' gehouden. Deze beurs, waarschijnlijk de grootste ter wereld in deze branche, trekt zo'n 80.000 bezoekers die er de produkten kunnen bekijken van ongeveer 2000 exposanten. De beurs heeft een sterk internationaal karakter: meer dan een kwart van de bezoekers en meer dan de helft van de exposanten komt niet uit Duitsland. Tijdens 'Electronica' introduceren vele exposanten nieuwe

produkten en systemen. Bovendien, geeft de tentoonstelling een zeer compleet overzicht van het reilen en zeilen van de elektronica-branchen. De organisatoren stellen dan ook dat 'Elektronica' een duidelijk merkbare invloed heeft op de internationale elektronicamarkt.

Gelijktijdig met 'Electronica' worden traditiegetrouw diverse technische sessies en conferenties georganiseerd.

Voor de lezers van Databus hebben wij 1-, 2- en 3-daagse reizen georganiseerd naar deze topper onder de elektronica-beurzen.

Een gemakkelijke, comfortabele en goedkope manier van reizen. Bij de prijzen zijn inbegrepen verzorging aan boord, vervoer naar de beurs, toegangsbewijs, reisleiding, overnachting met ontbijt in luxe hotels, vervoer van en naar de hotels.

De mogelijkheden zijn:

A EENDAAGSE VLUCHTEN

Vertrekdata: 11 of 13 november

Prijs: f 495 p.p.

B TWEEDAAGSE VLUCHTEN

Vertrekdata: 11, 12, 13, 14 november

Prijs: f 925 p.p.

(toeslag 1 pers. kamer f 90 p.p.p.n.)

C DRIEDAAGSE VLUCHTEN.

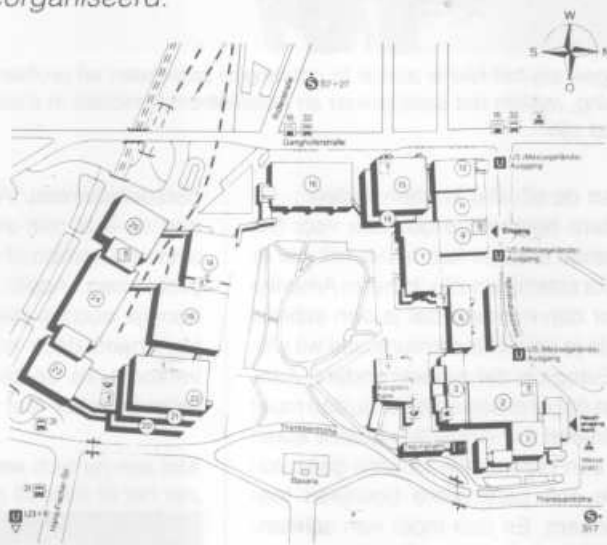
Vertrekdata: 11, 12, 13 november

Prijs: f 1200 p.p.

(toeslag 1 pers. kamer f 90 p.p.p.n.)

Reserveer tijdig a.u.b.

Stuur onderstaande bon in of bel met de afdeling Lezersservice: (05700) 91473.



BON Electronica '86 München

Ik maak / Wij maken graag gebruik van uw reisaanbod naar de Elektronica '86 te München. Stuur mij / ons per ommegaande de boekingsbevestiging.

(Bedrijfs)naam:
Dhr./Mevr.:
Dhr./Mevr.:
Dhr./Mevr.:
Adres:
Postcode/Plaats:
Telefoon:

Soort reis: 1-, 2-, 3-daagse vlucht(en) *)
Vertrekdatum: 11, 12, 13, 14 november *)
Verzekering: wel / niet gewenst *)

*) doorhalen wat niet van toepassing is.

Deze bon in envelop zonder postzegel sturen naar: Kluwer Technische Tijdschriften BV afdeling Reizen Elektronica, antwoordnummer 7, 7400 VB Deventer.

U ontvangt bevestiging en factuur van ons reisbureau KOUDIJS, dat lid is van de ANVR en deelnemer Garantiefonds Reisgelden.



Electronic Mail and Message Handling door Peter Vervest.
237 blz., afm. 23 x 16 cm. Vrij veel illustraties. ISBN 0 86187 494 3.
Uitg. Frances Pinter, Londen. Prijs £ 25,-.



Het onderwerp 'berichtenverkeer' is met name actueel geworden door de mededeling van de Britse PTT dat Telecom Gold op afzienbare termijn een berichtensysteem zal implementeren. Telecom Gold wordt in ons land vertegenwoordigd door Memocom, onder beheer van de PTT en hoofdzakelijk in gebruik bij grotere bedrijven.

Veel van de benodigde regels voor berichtenverkeer zijn vastgelegd door de International Standards Organization en ook de X.400 aanbevelingen van de CCITT zijn in dit opzicht van belang. Deze nogal droge documenten zijn voor velen verwarrend van structuur en opzet, en dat niet het minst door het ontbreken van details die betrekking hebben op de nieuwere technieken. Het boek van mr. drs. Peter Vervest geeft juist op dat punt een goed inzicht in de mogelijkheden voor de nabije toekomst.

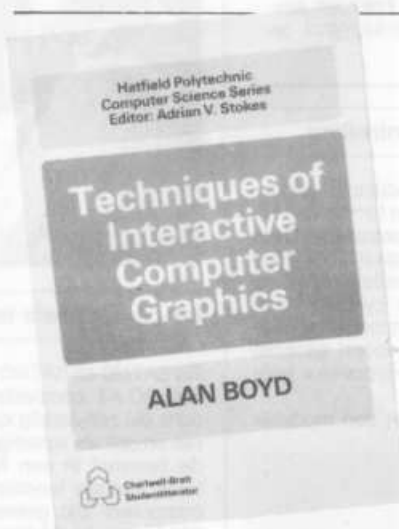
Hoewel door de aard van de materie geen eenvoudig boek, is *Electronic Mail and Message Handling* uiterst leesbaar, zelfs voor het wie onderwerp geheel nieuw is. Vervest blijkt de stof in hoge mate beheersen. Ook heeft hij het boek geïllustreerd met uiterst verduidelijkende diagrammen en illustraties, waarbij de seinpost van Claude Chappé en de vroege elektromechanische telegraaf van Bain niet ontbreken. Verder heeft een aantal experts op het gebied van elektronisch berichtenverkeer meegewerkt.

Het boek doet in een bevattelijke vorm een aantal aspecten rond de X.400 aanbevelingen uit de doeken. Meer in het algemeen komen in de diverse hoofdstukken en appendices onderwerpen als elektronische post, berichtenverkeer, interfaces, protocollen en standaardisatie aan de orde. Er is gezorgd voor een uitgebreide index en een eveneens zeer volledige bibliografie.

Vrijwel onvermijdelijk is de tekst niet bepaald vrij van het voor het onderwerp typische jargon, waarbij de uitgever helaas niet heeft nagelaten een aantal typografische fouten toe te voegen. Die schoonheidsfoutjes leiden er echter niet toe dat de waarde van dit boek als standaardwerk vermindert. Het is dan ook geen wonder dat het boek inmiddels een plaats heeft gevonden op de bureau's van de leidende managers en ingenieurs van British Telecom en onze landelijke PTT. Jammer is dat het boek, tenslotte van een Nederlandse auteur, uitsluitend in het Engels en Japans ter beschikking staat en dat de prijs van zo'n f 100,- nogal aan de hoge kant is.

Hein ten Bosch

Techniques of Interactive Computer Graphics door Alan Boyd. 242 blz., afm. 22 x 16 cm. Vrij veel illustraties. ISBN 91 44 22811 2. Uitg. Chartwell-Bratt. Prijs £ 5,-.



'Techniques of interactive Computer Graphics' (ICG) is een goedkope studentenuitgave van Hatfield Polytechnic in Groot-Brittannië, gebaseerd op cursusmateriaal van het gelijknamige leervak. ICG impliceert het ontwerp, de presentatie en de manipulatie van visuele informatie. Visuele

informatie is beter afgestemd op het menselijke vermogen tot patroonherkenning en verbetert de communicatie mens-machine aanzienlijk. Dat is juist in het huidige CAD/CAM tijdperk van belang.

Het boek bestaat uit zeven hoofdstukken. Hoofdstuk 1 behandelt de karakteristieken van de belangrijkste grafische hardware-componenten ten behoeve van de in- en uitvoer. Achtereenvolgens komen hierbij beeldschermen, plotters, grafische tabletten, digitizers en de muis aan de orde. Veel aandacht krijgen de beeldschermen, zowel de gewone CRT als de DVST geheugenbuis. Ook gaat de auteur in op displayprocessoren en DMA-mogelijkheden. Het tweede hoofdstuk behandelt het ontwerp van grafische informatie en de opbouw daarvan met behulp van punten of vectoren. Daarbij is een korte toelichting gegeven op veel voorkomende technieken en begrippen, zoals digitale verschanalysatoren, vectorgeneratoren, conversie, hoeken en lettergenerering en dergelijke.

Er is een apart hoofdstuk over grafische datastructuren en methoden om twee- of driedimensionale afbeeldingen in eendimensionale vorm vast te leggen. Aan de orde komen onder andere lus-, boom-, hiërarchische- en associatieve structuren. Verder is er een tweetal hoofdstukken dat twee- en driedimensionale grafische voorstellingen bespreekt. Daarbij komen zowel eenvoudige transformaties als gecompliceerde projectie- en venstertechnieken uitvoerig aan bod. Ook wordt het bekende zogenaamde 'verscholen lijn'-probleem toegelicht.

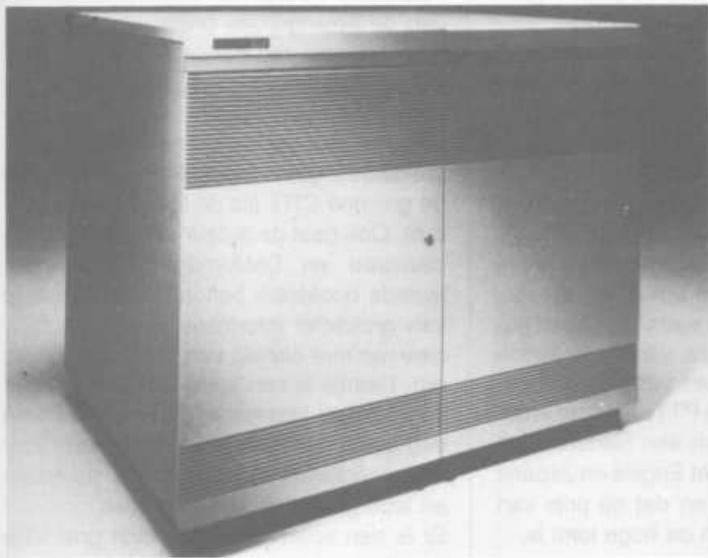
Hoofdstuk 6 licht interactieve gebruikstechnieken toe, zoals het aanwijzen met de cursor en het gebruik van menu's, digitizers, lichtpennen, enzovoort. Het laatste hoofdstuk gaat nader in op beschikbare grafische standaardsoftware, met beschrijvingen van onder andere standaardsystemen als GKS en Gino-F.

Het boek is, zoals van een studie-uitgave mag worden verwacht, pedagogisch goed onderbouwd en heeft een systematische opzet, waarbij referentielijst en index niet ontbreken. Ook is er voldoende diepgang aangebracht door het uitwerken van enkele theoretische achtergronden. Een gemis is het ontbreken van meer praktische voorbeelden en toelichtingen. Hierdoor heeft een en ander soms een nogal abstract karakter. Dat doet echter weinig af aan de waarde van het boek, dat veel informatie voor een zeer redelijke prijs biedt.

M. v.d. Ven

RISC supermini onder UNIX

Hewlett-Packard kondigde onlangs een UNIX-systeem aan in de serie Precision Architecture computers. Het betreft de HP 9000/840, die evenals de andere PA-systemen is gebaseerd op de RISC-architectuur en die de 1000- en 9000-series



naar boven toe uitbreidt. De voornaamste toepassingsmogelijkheden liggen volgens Hewlett-Packard in de CAD/CAM - voor het aansturen van een aantal werkstations of het beheren van een productiegebied - en meer in het algemeen in situaties waar een UNIX supermini kan worden gebruikt.

Hardwarematig komt de 9000/840 grotendeels overeen met de eerder geïntroduceerde 3000/930 en /950 RISC-machines. De CPU is in TTL uitgevoerd, werkt met 32-bit woorden en een 48-bit virtueel adresseringsbereik en is uitgerust met een 128 Kbyte cache. Dat resulteerde in een verwerkingssnelheid van 4,5 Mips - volgens HP 1,5 maal sneller dan een VAX 8600 - terwijl benchmarks uitkomen op 3 MWhetstone en 0,75 respectievelijk 0,57 Mflops bij enkele en dubbele precisie drijvende-kom-maberekeningen. In de standaardversie beschikt de CPU over 8 Mbyte RAM en die hoeveelheid is uit te breiden naar 24 Mbyte. De basisuitvoering is verder uitgerust met een numerieke processor, een I/O-interface met zeskanalen multiplexer en een IEEE 488-interface.

De 9000/840 draait onder een versie van het HP-UX besturingssysteem, een afgeleide van UNIX System V.1, waarmee hij compatibel is met de andere 9000-computers. Aan de UNIX zijn real-time eigenschappen toegevoegd voor het werken in productie-omgevingen en andere tijdkritische toepassingen. Verder beschikt het besturingssysteem over een aantal functies van Berkeley 4.2, waaronder

Berichten waarvan u denkt dat ze voor plaatsing in deze rubriek in aanmerking komen, kunt u zenden aan:
KTT / redactie Databus, postbus 23, 7400 GA Deventer

De redactie stelt het op prijs als u deze berichten vergezeld doet gaan van een foto. Wilt u zo vriendelijk zijn om, indien van toepassing, ook het adres van uw collega-importeur in België resp. Nederland te vermelden.

opgebouwde serie. Elk lid van de HPC-familie beschikt over dezelfde processor als kern. Om daarnaast aan specifieke behoeften te voldoen, is voorzien in een aantal ver-

schillende configuraties. Dat betreft dan uitvoeringen met interne RAM en ROM in diverse grootten, extra reken- en stuurfuncties en ingebouwde in- en uitvoermogelijkheden.

De eerste chip uit de HPC-reeks is de 16040, een complete microcomputer. Naast de CPU als kern beschikt dit IC over 4 K ROM, 256 K RAM, 52 I/O-lijnen, acht 17-bit timers en een ingebouwde UART.
Inl.: Rodelco BV Electronics, postbus 6824, 4802 HV Breda, tel.: (076) 784911, telex: 54195.

Processorkaart voor VME-bus

Eltec heeft een nieuwe processor-kaart voor de VME-bus ontwikkeld.

Het betreft een ontwerp rond de 68000-processor, waarbij er keuze is uit versies met klokfrequenties van 8 tot 12 MHz. Verder is de kaart uitgerust met 64 Kbyte statisch geheugen, uitbreidbaar tot 256 Kbyte. Met behulp van een batterij blijft de inhoud van het geheugen ook na uitschakeling bewaard. De RAM is snel genoeg om de microprocessor zonder wachtcyclussen te kunnen laten werken,

zodat een cachegeheugen niet meer nodig is. Voor het toevoegen van permanent geheugen zijn vier 28-pens IC-voeten aanwezig, waarvan er twee standaard EPROM's herbergen met een monitorprogramma.

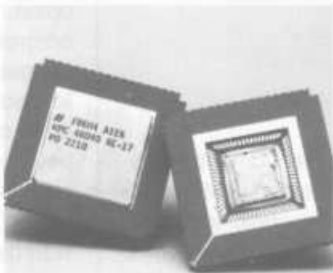
De CPU is voorzien van diverse in- en uitvoermogelijkheden, waaronder twee seriële poorten, parallelle I/O, een timer en een vierniveau busbeheerder. Verder kan een numerieke processor worden toegevoegd.
Inl.: Manudax Nederland BV, postbus 25, 5473 ZG Heeswijk-Dinther, tel.: (04139) 8911, telex: 74810.

de ARPA/Berkeley netwerkontsteuning. Deze laat het systeem communiceren via het HP Advan-cenet en, met behulp van een gateway, ook met Ethernet-netwerken.

Overige beschikbare software omvat onder meer het ALLBASE bestandsbeheerpakket en de Dispatcher en Minx pakketten voor CIM-toepassingen.
Inl.: Hewlett-Packard Nederland BV, Startbaan 16, 1187 XR Amstelveen, tel.: (020) 5476911, telex: 13216.

CMOS microcontrollers

National Semiconductor introduceerde onlangs een familie van 16-bit CMOS microcontrollers. Deze HPC-serie - wat staat voor High Performance Controller - werkt op 17 MHz, met een cyclustijd van 240 ns. De processoren zijn volgens de fabrikant vooral geschikt als regel- en stuurprocessor voor 32-bit systemen.
Er is uitgegaan van een modulair



AT-compatibele terminals

De 6AT/20 en 6AT/40 van Tandem zijn PC AT compatibele werkstations die zelfstandig kunnen opereren en ook als volledig geïntegreerde terminal in een NonStop-systeem kunnen functioneren. Beide computers zijn gebaseerd op de 80286 en beschikken standaard over 512 Kbyte RAM, uit te breiden tot 11 Mbyte. Voor uitbreidingen zijn acht connectoren aanwezig, twee 8-bit en zes 16-bit uitvoeringen, die eveneens PC-compatibel zijn.

De twee computers draaien onder het MS-DOS 3.1 besturingssysteem en zijn daarnaast ook ge-

schikt voor UNIX en Xenix. In een configuratie met een Tandem Non-Stop-systeem heeft de gebruiker toegang tot de hoofdcomputer via het TFX-pakket (Tandem information Xchange Facility). Daarbij bestaat tevens de mogelijkheid om deze software te laten draaien met MS-Windows. In dat geval kunnen lokale programma's naast de TFX-software worden gebruikt. Tot de standaard bijgeleverde software horen naast het TFX-pakket en MS-DOS 3.1 ook nog GW-BASIC en een emulatieprogramma voor Tandem terminals.

Inl.: Tandem Computers BV, Jupiterstraat 146³, 2132 HG Hoofddorp, tel.: (02503) 30294, telex: 74890.



Hoe compleet is uw printer?

PRINTERBUFFERS,
wacht niet meer op uw printer...

► ECONOBUFFER

Centronics in /Centronics uit, 48 kBytes
• Single Page Mode • Copy functie • Pagina
nummering • Code compressie • Eenvoudig te
bedienen zonder extra software

509,-

► BUFFER

RS232 in/Centronics uit, 16, 32 of 48 kBytes... vanaf

419,-

► BUFFER

RS232 in/RS232 uit, 64 of 256 kBytes...
• XON/XOFF of RTS/CTS • 300 t/m 19200
Baud • Pause • Reset

vanaf **1225,-**



Nikkelstraat 39,
2984 AM Ridderkerk
Tel. 01804-30233 - Tlx. 62058 Zero NL

Voor meer informatie, vraag uw dealer of bel 01804-30233



**PRINTER/COMPUTER
SCHAKELAAR,**
de schakel naar meer
productiviteit...

Centronics

RS232

► PRINTER SELECTOR

2 printers op 1 computer

169,-

209,-

► DATASWITCH

2 computers op 1 printer
(of vice versa)

239,-

209,-

► DATASWITCH

2 computers op
2 printers (kruislings
omgeschakeld)

299,-

279,-

Ale prijzen excl. BTW

Stuur mij informatie over printerbuffers en
printercomputer schakelaars.

Naam
Adres
Postcode
Woonplaats

bon



layout engineering N.V.

YOUR ARTWORK
CAD-SERVICE BUREAU

Onze ERVAREN TECHNICI en CAD-SYSTEMEN
staan borg voor het EFFICIENT en PROFESSIONEEL
ontwerpen van uw GEDRUKTE SCHAKELINGEN.

Enkelzijdig-dubbelzijdig-Multilayers.

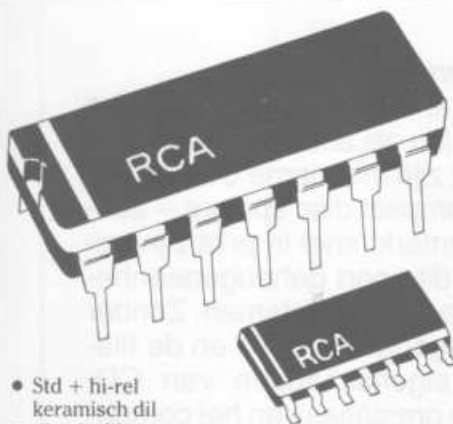
We leveren U een proefprint, fotoplotfilms,
alle controle-en productiesessies.

Korte leveringstermijn - met garantie

PARKLAAN 64/1 B-2700 SINT-NIKLAAS
tel. 03/777.66.68 telex 33.279 BELGIE



kies voor **CMOS LOGIKA 015-609897**



RCA is in alle opzichten uw betrouwbaarste leverancier
voor zowel de originele CD 4000 logika als voor de snelle
HC en écht TTL kompatible HCT families.
Nu ook voor AC/ACT typen.

Voor excellente support, plus goede prijs en levertijd staat
Koning en Hartman garant.
Kies daarom 015-609897.



KONING EN HARTMAN

Energieweg 1, Postbus 125, 2600 AC Delft, Telefoon 015-609906.



bij THE PROFS zit u
gebeiteld!

86A373

Reeds verschenen nummers zijn na te bestellen door per gewenst nummer f 8,95 over te maken op girorekening 4017050 ten name van: Kluwer Technische Tijdschriften te Deventer. Vermeldt u welk(e) nummer(s) u wenst te ontvangen. Nummers zijn tot 12 maanden na verschijnen leverbaar.

Algemeen	nr.
Einde Lisa definitief	7/8
Exatec en IBM compatibel	7/8
Jonge onderzoekers	7/8
Met Kluwer naar de Japan Electronics Show	7/8
Neem een robot als huisdier	7/8
Race om de rekensnelheid	10
Stanford werkt aan optische computers	2
Subsidie ontwikkeling informatienetwerken	12
Technische opleidingen in Japan	4
VS willen uitlevering high-tech smokkelaar	7/8
Boekbespreking	
Data Communications	5
Datacommunicatie met lokale netwerken	3
Fast Algorithms for Digital Signal Processing	3
JSP	7/8
Operating systems voor microcomputers	9
Procescomputers	9
Simulatie	9
Start problem-solving with Prolog	3
Systeemontwikkeling met Ada	7/8
UNIX het standaard operating system	12
Chipsbespreking	
Am29300 serie in CMOS	10
Bewegende beelden	12
Disk controller van National	7/8
De MC68020 processor	11, 12
Eprom met leesbeveiliging	7/8

Kennismaking met de 80386	1
Produktoverzicht modem-IC's	9
Het TCM3105 modem-IC	9
Hardware	
Bewegende beelden	12
Computers en het lichtnet	6
Grafische beeldschermen	3
Grafische weergave bij logica analyatoren	2
Praktisch gesproken, analyse/resynthese	12
Instrumentatie/ontwikkeling	
Asynchrone metingen met een logica analysator	2
Evaluatie van softwareprestaties	10
Praktisch gesproken: analyse/resynthese	12
Kunstmatige intelligentie	
Kunstmatige intelligentie in computer-zicht	4
Praktisch gesproken: de voorleesmachine	5
Prolog, programmeren in logica	9, 10, 1, 4
Nader bekeken	
Hewlett-Packard 1631	9
Hulpprogramma's voor Turbo Pascal	5
Netwerken	
Multilink, een protocol voor point-to-point verbindingen	4
Netwerken, sleutel tot de informatie-maatschappij	7/8, 9, 11, 12, 2
Produktiemachines aller merken, verenigt u	3
Software	
Beschrijvende talen: een overzicht	11
Forth taalprocessoren	6
Ingrediënten van een tekensysteem	3
De kwaliteit van software	5
Modellen met een te strakke pasvorm	1
Projectplanning	10
Prolog, programmeren in logica	9, 10, 1, 4
RISC machines, een software benadering	6

Twee gegeneraliseerde drijvende-kom-mavoorsstellingen	11
Technologie	
Bewegende beelden	12
Race om de rekensnelheid	10
Stanford werkt aan optische computers	2
De vondst van de Titanic	5
Zelfstandige robotnavigatie	3
Telematica	
Databankstructuur in Portacom	2
Standaarden voor elektronische besprekingen	2
Theorie/achtergronden	
Computerbenaderingen	6
Modellen met een te strakke pasvorm	1
RISC machines, een software benadering	6
Twee gegeneraliseerde drijvende-kom-mavoorsstellingen	11
Waarom modellen niet werken	1
Themanummers	
CAD/CAM:	
CAD/CAM in Nederland	3
Computers in productieprocessen	3
Grafische beeldschermen	3
Ingrediënten van een tekensysteem	3
Produktiemachines aller merken, verenigt u	3
Wat CAD kan, kan CAM alleen	3
Zelfstandige robotnavigatie	3
Modems:	
Herwint AT&T positie op modemmarkt?	7/8
Modems en toepassingen	7/8
Modems kort en bondig	7/8
Modems op hol	7/8
Netwerken, sleutel tot de informatie-maatschappij	7/8
Normalisatie komt op gang	7/8
Produktoverzicht modems	7/8
Van hier tot gunder	7/8
Modem-IC's:	
De Personal Modem	9
Het TCM3105 modem-IC	9
Produktoverzicht modem-IC's	9

ADVERTEERDERSINDEX

Air Parts 4,71
Arcobel 72,73
Auriema 16
Burr Brown 20
C.C.S. 66
Coil Tronic 56
Databox 8,66
Dupaco 17
Expert Systems Europa 10
Hewlett Packard 14
Imunilec 44
J.C.C. 44
Koning en Hartman 28,40,58,68,
80,89,0-4
Ktt 86
Layout Engineering 89
Lithp Systems 12
Manudax 8,24
Math Comp 76
Matrox 68,76
Maxell 6
MSA 2
Nolte O-3
Novi 56
Pentec 56
Philips (bijsluiter)
Prosound 80
S.C.O.S. 12
Softtools 12,66
Tetraco 76
Tido Data Systems 56
Zero Electronics 89

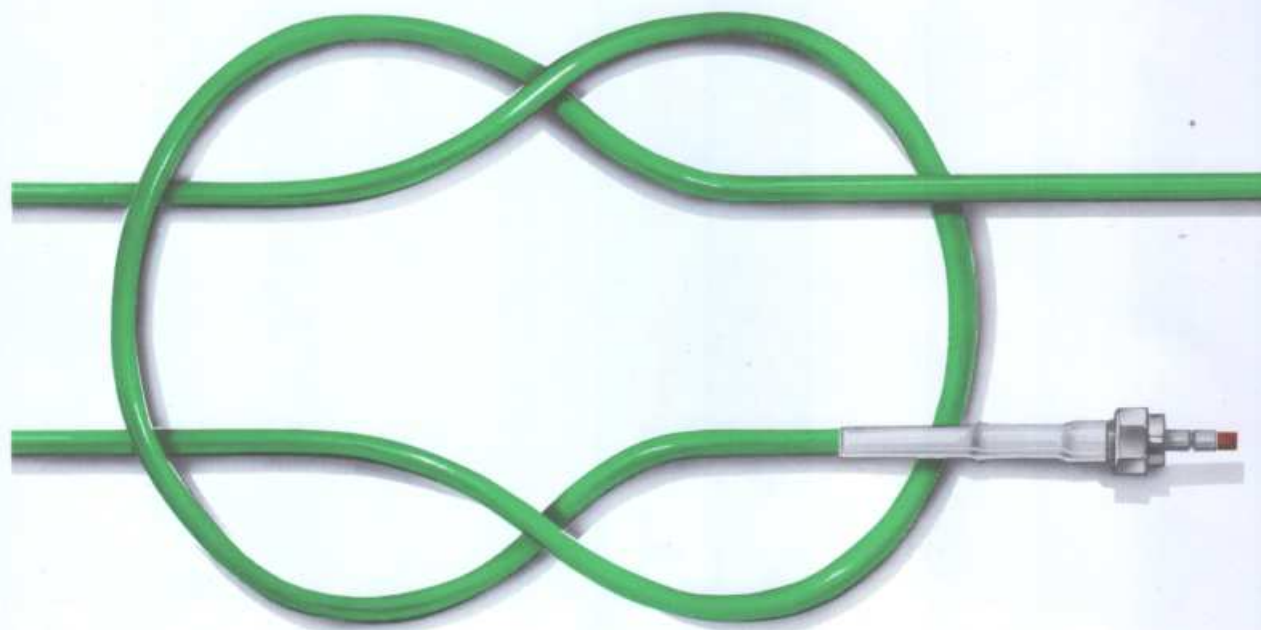
VOLGENDE MAAND IN DATABUS

Forth taalprocessoren

Dit tweede deel in de serie over processoren voor Forth gaat verder in op de huidige toepassingen en implementaties van de taal zelf. De voornaamste toepassingen van Forth liggen op het gebied van procesbesturing en meet- en regelsystemen. Om daarbij verregaande integratie mogelijk te maken zijn inmiddels al diverse standaardprocessoren verschenen met Forth in ROM ingebakken.

Ontwikkeling van CD-ROM software

Het ziet er naar uit dat binnen niet al te lange tijd de optische disks een belangrijke rol zullen spelen als achtergrondgeheugen bij computersystemen. Daarbij zijn met name CD-ROM's – de aangepaste versies van de compact disc spelers – aantrekkelijk, omdat deze op de audiomarkt snel in prijs zijn gedaald. Het blijkt echter riskant om dit soort geheugeneenheden te behandelen als magnetische opslagsystemen. Zonder software-aanpassingen van de toegangsmethode en de filestructuur zouden de specifieke eigenschappen van CD-ROM's leiden tot sterk verminderde prestaties van het computersysteem. Dit artikel beschrijft de eigenschappen van CD-ROM's en de benodigde aanpassingen.



NOLTE COMPUTER INSTALLATIES

Een modern computersysteem stelt hoge eisen aan de infrastructuur. Kabelnetten, verdeelstations, signaalversterkers, modems e.d. bepalen voor een belangrijk deel of uw hardware optimaal funktioneert.

Nolte, specialist in computerverbindingen, koppelt een grote, actuele know-how op het gebied van computersystemen aan een jarenlange ervaring als installateur. Daarom is Nolte uw ideale partner in computerinstallaties. Van engineering tot en met service staat Nolte professioneel naast u. Vraag de speciale brochure „Nolte Computerinstallaties”.



ALPHEN A/D RIJN
AMSTERDAM
DOETINCHEM
EINDHOVEN
ENSCHDE
GRONINGEN
HIEBLEN
MAASTRICHT
ROOSENDAAL
ROTTERDAM
TILBURG
UTRECHT
ZWOLLE

**NOLTE
INSTALLATIE
GROEP**



SNEL OP WEG MET 32-BIT

In oktober 1985

hebben we onze 32-bits microprocessor 80386 geïntroduceerd. Een CPU die wat betreft snelheid en toepassingsmogelijkheden elke andere overtreft.

En op dit moment leveren we complete 80386 starter kits gebaseerd op MULTIBUS I en MULTIBUS II. Dit geeft uw ontwikkeling voorsprong en uw produkt is sneller op de markt.

Voor een 32 bits high performance ontwerp op componenten- of kaartniveau, geven deze kits U minimaal 6 maanden ontwikkeltijd-besparing.

Zowel de MULTIBUS I als MULTIBUS II kits bevatten alles wat U nodig heeft: een 80386 processorkaart, een 32-bits geheugenkaart en een software-debug monitor met koppelingsmogelijkheid naar een host computer.

De MULTIBUS I starterkit bevat een iSBC 386/20 kaart. Hierdoor wordt het uitbreiden of sneller maken van bestaande systemen erg

eenvoudig, omdat deze kaart volledig compatibel is met de wereldwijde standaard-bus architectuur, MULTIBUS I.

Hogere performance

Zoekt U nog hogere performance, ga dan van start met de MULTIBUS II kit. De iSBC 386/100 kaart benut ook de compatibiliteitsvoordelen van de 80386.

Deze 32-bits CPU kaarten beschikken over maximaal 16 MByte lokaal geheugen en een groot cache geheugen voor nul wait-states.

Beide 32-bit kaarten worden door Intel ontwikkelgereedschappen ondersteund. Daartoe bieden wij een Assembler, PL/M en C compiler, een reeks utilities en de PSCOPE Monitor 386 debugger.

Direkt leverbaar

Alles is direkt leverbaar. Waarom nog wachten als U nu met voorsprong in de 32-bit markt van start kunt gaan.

intel

Vul de bon in voor meer informatie.

BON

voor meer info over
de 32 bit

Naam : _____
Bedrijf : _____
Afdeling : _____
Adres : _____
Postcode : _____
Plaats : _____
Telefoon : _____

86A376

Bon naar Intel Semiconductor (Benelux) B.V.
Antwoordnummer 3240, 3000 BW Rotterdam
Een postzegel is niet nodig.

☐ Intel Semiconductor
(Benelux) B.V.
ROTTERDAM 010-4212377

☐ Koning en Hartman
Elektrotechniek BV
DELFT 015-609906

☐ Inelco N.V.
BRUSSEL 2-2160160

Philips introduceert: de slimme oscilloscoop



De toepassing van geavanceerde technologie, zowel in het produkt zelf als in de produktie ervan, heeft geleid tot een geheel nieuw type oscilloscoop: de Philips PM 3050-familie. Voor het eerst in de geschiedenis is er in de populaire prijsklasse een 50 MHz-oscilloscoop die gebruik maakt van de technologie van de jaren 90. Dit betekent een enorme vooruitgang op het gebied van gebruiksgemak en economie. Uiteraard is Philips de bron van deze nieuwste ontwikkeling.

Nieuw ontwerp

De vooruitstrevende opvattingen die bij de ontwikkeling van dit nieuwe instrument een rol hebben gespeeld, zijn in een oogopslag al zichtbaar aan het frontpaneel. Het bedieningspaneel laat zich lezen als een ontspannend boek: van links naar rechts en van boven naar beneden. Opvallend afwezig zijn daar de grote draaiknoppen voor instelling van tijdbasis en amplitude. In plaats daarvan is de PM 3050-familie namelijk uitgerust met up/down-schakelaars, die de gebruiker in een logische volgorde langs de diverse instellingen voeren. Snel en zeker kan de gebruiker met één druk-op-de-knop de gewenste amplitude (V/div) en tijd (s/div) instellen. De ingestelde waarde wordt weergegeven op het LCD-scherm dat zich tussen het

bedieningspaneel en de beeldbuis bevindt.

Bedieningsgemak

Ter verdere verhoging van het gebruiksgemak is de PM 3050-familie uitgerust met een "Groene Knop": een AUTOSET-functie die direct en geheel automatisch alle oscilloscoopparameters instelt op de optimale waarde -voor elk willekeurig signaal. Om het frontpaneel maximaal overzichtelijk te maken, is het aantal toetsen beperkt gehouden. Daarom zijn deze nieuwe oscilloscopen voorzien van enkele software-gestuurde functietoetsen. De functie daarvan wordt duidelijk en overzichtelijk weergegeven op het LCD-scherm; bovendien is via een speciale toets direct het menu toegankelijk waarin alle beschikbare functies staan weergegeven.

De prijs?

De nieuwe oscilloscoop is verkrijgbaar in twee versies: de PM 3050 met enkele tijdbasis en de PM 3055 met dubbele tijdbasis. De prijzen van deze instrumenten bedragen resp. fl 3000,- en fl 3250,- (excl. BTW). Door deze combinatie van geavanceerde techniek, uiterst gebruiksgemak en lage prijs stelt Philips de nieuwe norm. PM 3050: de slimme scoop.

Nieuwe cross-compiler ondersteunt 8051-familie van VAX



De nieuwe PL/M51 cross-compiler, door Philips ontwikkeld in samenwerking met Tasking Microcomputers B.V. te Amersfoort, biedt ondersteuning voor de microprocessoren uit de 8051-familie van Intel. Uit beproevingen is gebleken dat deze cross-compiler zeer efficiënt is en daardoor superieur aan die van Intel zelf. De PL/M51 is een aanvulling op de reeks compilers die Philips reeds langer levert en die alle zijn opgebouwd volgens het Philips Compiler Package. Dit PCP biedt de mogelijkheid diverse hogere programmeertalen te combineren voor het aanmaken van codes voor een grote verscheidenheid van target-processoren.

Draait op VAX, PEDS en PMDS II

Evenals de andere Philips PCP-compilers draait PL/M51 op alle VAX* en microVAX* computers onder de operating-systemen VMS* of ULTRIX* (of Berkeley 4.2). Hij draait uiteraard ook op onze ontwikkelsystemen: Philips Engineering and Development System (PEDS) en Philips Microcomputer Development System (PMDS II). Beide systemen, waarvan het eerste voor een tot twee gebruikers is bestemd en het tweede voor meerdere, kunnen worden gekoppeld aan een VAX, zodat ook complexe applicaties snel ontwikkeld kunnen worden. Na een download in PEDS/PMDS zijn ze dan beschikbaar voor debugging en integratie in de target. 8051-gebruikers kunnen daardoor meer gecompliceerde programma's maken zonder het risico van een lange ontwikkeltijd. De PL/M51 cross-compiler is een belangrijke aanvulling op onze uitgebreide reeks configurabele cross-compilers. Dit nieuwe pakket biedt 8051-gebruikers het volle profijt van de vele goede eigenschappen van de 8051. De introductie van PL/M51 illustreert eens te meer de sterke filosofie van Philips als second-source-leverancier voor de 8051. Philips ondersteunt de ontwikkeling van de 8051 en al zijn afgeleiden. Op dit moment wordt bij voorbeeld hard gewerkt aan een 80C51/80C52-emulator, waarin ook de PC-bus wordt ondersteund.

Zeer compacte code

De codes die de Philips PL/M51 cross-compiler genereert, overtreffen die van Intel's eigen compiler op het punt van compactheid. Testen in een proefopstelling, gebaseerd op de standaard routines van Intel conform Chapter 19 van het Intel Microcontroller Handbook (ed. 1985), tonen besparingen aan van 10% en meer.

Doorbraak in snelheid

De voordelen van de PL/M51-compiler boven andere cross-compilers voor de 8051 komen voort uit de zeer specifieke register- en geheugenarchitectuur van de chip. Standaard routines zijn moeilijk te gebruiken omdat de 8051 primair als controller is ontwikkeld, hetgeen afzonderlijke instructies vereist voor elk van zijn registers en geheugens. Het PL/M51-pakket van Philips is geïmplementeerd als een one-pass optimaliserende compiler, die de PL/M-statements vertaalt in assembler source. Daardoor is deze compiler uitzonderlijk snel. Op een middel-

matig belaste VAX-11/750 met VMS wordt een snelheid bereikt van meer dan 5000 PL/M-lijnen per minuut. Op PMDS II is dit ongeveer 800 lijnen. Deze hoge snelheden betekenen een echte doorbraak en maken snel ontwikkelwerk mogelijk, ondanks het complexe

karakter van de huidige software-generatie.

*) VAX, microVAX, ULTRIX en VMS zijn handelsmerken van Digital Equipment Corporation

Nieuwe multimeters voor snelle, eenvoudige en betrouwbare systeemmetingen



Het leveringsprogramma digitale systeemmeters van Philips is uitgebreid met twee nieuwe modellen: de PM 2534 voor algemene toepassingen en de PM 2535 voor toepassingen waar gegevens moeten worden verzameld, gereduceerd en verwerkt. Beide instrumenten beschikken over 7 meetfuncties, een display met 6½ digit bij volledig afgeschermd ingang (guard) tot 3½ digit bij hoge snelheidsmeting, IEEE-interface en een directe scanner-control.

PM 2534: gevoelig, snel en eenvoudig

Enkele opvallende eigenschappen van de PM 2534 zijn:

- overdrachtssnelheid van 100 metingen per seconde via IEEE488-interface
- resolutie van 100 nV (guarded) bij een uitlezing van 300 mV
- voortreffelijke stabiliteit, zowel op korte als lange termijn
- standaard voorzien van alle DMM-metfuncties

- signaalingang aan voor- of achterzijde
- scanner-uitbreiding voor multi-punt metingen
- geschikt voor tafelgebruik en rek-montage
- eenvoudige, Engelstalige programmering

PM 2535: verzamelen, berekenen en besturen

Naast alle mogelijkheden die de PM 2534 biedt, beschikt de PM 2535 o.a. over:

- ingebouwde calculatie voor het direct omrekenen van schaalwaarden
- uitgebreide gebruikersinformatie voor uiterst gebruiksgemak
- 10 niet-vluchtige geheugenlokaties voor het opslaan van instrument-instellingen
- MIN/MAX-mode voor het ogenblikkelijk controleren van extreme waarden
- 999-punts buffer voor het overzien van uitgevoerde metingen
- directe scanner-besturing voor System 21, zonder tussenkomst van een controller.

Dank zij deze eigenschappen kan de PM 2535 gebruikt worden als een zelfstandige data-logger.

Hoge nauwkeurigheid

Deze nieuwe DMM's hebben een resolutie van 100nV bij een meetbereik van 300 mV. De uitzonderlijk grote stabiliteit - 0,002% op korte termijn en 0,005% op lange termijn - zorgt ervoor dat deze hoge nauwkeurigheid gedurende lange tijd behouden blijft. Om een complete betrouwbaarheid van de metingen te garanderen, zijn de PM 2534/2535 als enige in hun klasse voorzien van een guarded input. Deze elimineert de invloed van parasitaire lekspanningen en ruis, die vele malen groter kunnen zijn dan de meetresolutie en die anders de meest gevoelige metingen zouden kunnen verstoren.

Standaard meetmogelijkheden

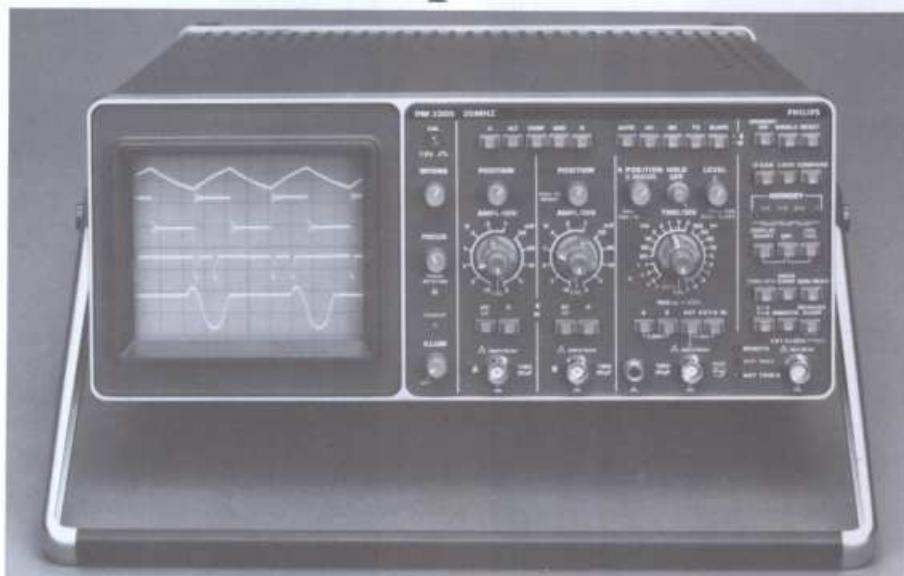
De PM 2534 en 2535 beschikken over de volgende standaard mogelijkheden:

Functie	Maximum-resolutie	maximum-bereik
V dc	100 nV	300 V
V ac	10 μ V	300 V
I dc	100 nA	3 A
I ac	1 μ A	3 A
R 2-draads	1 m Ω	300 M Ω
R 4-draads	1 m Ω	3 M Ω
$^{\circ}$ C Pt100	0,1 $^{\circ}$ C	-100 tot +850 $^{\circ}$ C

Gratis meer informatie

De afdeling Test- & Meetinstrumenten van Philips Nederland geeft het tijdschrift "T&M-Bulletin" uit, dat drie tot vier maal per jaar verschijnt. Aan een abonnement op dit tijdschrift zijn voor u geen kosten verbonden. De onderwerpen zijn steeds afgestemd op de interessefeer van hogere en middelbare technici die werkzaam zijn in ontwikkeling, onderhoud en onderzoek van elektronische apparatuur. Het T&M-Bulletin houdt u op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen, introducties en interessante applicaties en bevat stevast een aantal wetenswaardigheden over de Philips Test- & Meetinstrumenten. Meent u dat het Bulletin voor u van belang is? Kruis dat dan aan op onze antwoordkaart, vul alle gevraagde gegevens in en stuur de kaart naar ons terug. Wij zorgen voor de rest.

Prijsverlaging van digitale oscilloscoop PM 3305



De PM 3305 is een zeer succesvolle digitale geheugenoscilloscoop met een bandbreedte van 35 MHz. Hij beschikt over 4 ingangskanalen en een geheugen van 4 kbyte. De sample-snelheid bedraagt 2 MHz; repeterende signalen met hogere snelheden kunnen zichtbaar gemaakt worden met behulp van het sequentieel sampling-systeem. Ook snelle eenmalige verschijnselen vormen geen probleem voor de PM 3305. In de unieke MIN/MAX-mode brengt hij zelfs pulsen met een breedte van 10 ns nog nauwkeurig op het beeldscherm.

Nieuwe modellenreeks

Toen de PM 3305 werd geïntroduceerd, waren er twee versies leverbaar. Er ontstond echter zoveel vraag naar andere uitvoeringen dat er in korte tijd een modellenreeks van 7 versies ontstond. Dit bewijst weliswaar dat Philips alert reageert op vragen uit de markt, maar het resulteerde ook in een enigszins onoverzichtelijke situatie, zowel voor de klant als voor de fabriek.

Daarom hebben we alle klantenwensen eens geïntroduceerd en ze vervolgens geclusterd. De uitkomsten hiervan

Antwoordkaart

Stuur mij a.u.b. documentatie over:

- ☐ 50 MHz oscilloscoop PM 3050/3055
- ☐ Systeemmultimeter PM 2534/2535
- ☐ 35 MHz digitale geheugenoscilloscoop PM 3305
- ☐ PL/M51 cross-compiler voor VAX/VMS
- ☐ LF-generator PM 5110
- ☐ Noteer mij a.u.b. voor een abonnement op het Philips T&M-Bulletin

Ik ben geïnteresseerd in de volgende elektronicatechnieken:

- ☐
- ☐

Mijn interesse is gebaseerd op:

- ☐ overwegingen van bedrijfsmanagement
- ☐ eigen gebruik van test- en meetapparatuur
- ☐ educatieve overwegingen
- ☐ advisering inzake aankoopbeslissingen
- ☐ mogelijke aanschaf van test- en meetapparatuur in 1986
- ☐ het actualiseren van mijn documentatie

Naam

Functie

Bedrijf/instelling

Adres

Postcode/plaats

Telefoon

hebben we gebruikt om te komen tot een herschikking van de modellenreeks. De PM 3305 kent nu drie versies, waarmee het volledige applicatiegebied wordt gedekt: een standaarduitvoering (type /001), een uitvoering met analoge uitgang (type /701) en een uitvoering met IEEE- en analoge uitgang (type /401).

Prijsverlaging

Door deze halvering van het aantal uitvoeringen konden we de productie aanmerkelijk rationaliseren. In deze nieuwe situatie kennen we immers grotere series van een kleinere verscheidenheid. Zo'n combinatie van schaalvergroting en type-

beperking leidt bijna automatisch tot lagere produktiekosten.

Wij hebben gemeend dat we de klant moeten laten profiteren van deze ontwikkeling. Ten slotte heeft die ervoor gezorgd dat deze grotere series mogelijk zijn. Het resultaat van deze stellingname is, dat we alle types in prijs hebben verlaagd. De nieuwe prijzen (excl. BTW) zijn als volgt:

PM 3302/001 nu f. 9.950,-
(was f. 11.200,-)

PM 3305/701 nu f. 10.950,-
(was f. 12.200,-)

PM 3305/401 nu f. 12.950,-
(was f. 15.100,-)

variabel over een impedantie van 600 ohm. Aan de achterzijde van het instrument bevindt zich bovendien een afzonderlijke TTL-uitgang.

Gemakkelijk in gebruik

De frequentie-instelling van de PM 5110 is erg eenvoudig. De gebruiker kan door middel van druktoetsen kiezen uit vier bereiken. Binnen een bereik kan hij met een draaibare instelschaal de gewenste frequentie kiezen. Op deze manier kan een hoge instelnaauwkeurigheid gerealiseerd worden. Een gele LED achter de instelschaal zorgt voor de aan/uit-indicatie en voor de nonius-instelling. Op de achterzijde van de generator zit een schakelaar waarmee de gebruiker kan kiezen tussen een snelle instelling en een instelling met lage vervorming.

Ook voor onderwijs

Een van de uitgangspunten bij het ontwerp van deze nieuwe LF-generator was, dat hij moest voldoen aan de groeiende behoefte bij de audio-service aan zeer zuivere signalen. Maar de eenvoudige bediening en de robuuste constructie maken dit instrument ook zeer geschikt voor onderwijsdoeleinden. De aantrekkelijke prijs van f 850,- excl. BTW is dan ook gebaseerd op een omvangrijke markt.

Onze telefoonnummers

Voor nadere informatie over Philips Test- en Meetinstrumenten die in deze uitgave zijn beschreven, kunt u bellen naar de hieronder vermelde telefoonnummers.

Nieuwe LF-generator met lage vervorming en lage prijs

Het T&M-leveringsprogramma van Philips is onlangs uitgebreid met een compacte, economische LF-generator. Dit nieuwe instrument, de PM 5110, combineert ruime gebruiksmogelijkheden en een lage vervorming met een zeer aantrekkelijke prijs: slechts f 850,- excl. BTW.



Lage vervorming

De ingebouwde RC-oscillator van de PM 5110 levert een signaal tussen 10 Hz en 100 kHz met een opvallend lage vervorming. In het audiobereik van 300 Hz

tot 20 kHz zelfs minder dan 0,03%. Via een BNC-plug op het frontpaneel zijn zowel sinus- als bloksignalen beschikbaar. Het maximale uitgangssignaal bedraagt 6 Vpp met een verzwakking van naar keuze 20 dB gefixeerd en/of 40 dB

Een postzegel is niet nodig

*Philips Nederland
Afd. Mar.Com. T&M, VB4-18
Antwoordnummer 500
5600 VB Eindhoven*

Oscilloscopen, professionele televisie-meetapparatuur en service-meetapparaten
040-782889
Potentiometrische recorders, plotters, analoge en digitale volt- en multimeters
040-782846
Microprocessor-ontwikkelssystemen en logic analyzers
040-783238
Pulsgeneratoren, counters/timers, digitale cassette-recorders, microgolf-apparatuur en IEEE/IEC-bussystemen
040-782791
Spanningsstabilisatoren, voedingseenheden, omvormers en noodstroomvoorzieningen
040-782543
Prijzen/levertijden
040-782808
Technische Service
040-723094
Onderdelen/servicedocumentatie
040-723095
Algemene service-informatie
040-783229