

losse nummers f 6,95

nr. 2 - februari 1985

toegepaste wetenschap

TNO
MAGAZINE



Wordt computer wereldkampioen?

TNO Magazine - februari 1985: Wordt computer wereldkampioen?

Rechts op de cover staat Jan Louwman. Hij gaf in december 1984 bij Vroom & Dreesmann een demonstratie met schaakcomputers.

Hoe intelligent wordt de schaakcomputer van de toekomst?

Slechts een handvol topschakers wint op dit moment nog van de beste schaakcomputers. Dat is bereikt in een paar jaar schaakprogrammering. Gaan we ook dat laatste beetje verschil nog overbruggen, of stuiten de programmeurs dan op de onmogelijkheid om begrippen als intuïtie en creativiteit te formaliseren?

Henk Hage

In het decembernummer van het Duitse blad Schach-Computer beschrijft redacteur Gerhard Piel een visioen. We zijn in Moskou, in het jaar 2004. Aan de gang is de tweekamp om het wereldkampioenschap schaken. De strijd speelt zich af tussen de Russische grootmeester Kasparowski en het Amerikaanse computerprogramma Super Nova.

Totnutoe is Kasparowski kansloos geweest. 'Al weken demonstreerde de supermachine absoluut perfect en logisch schaakspel, genadeloos en foutloos,' aldus het visioen, waarbij de Duitse schaakjournalist zich afvraagt of het einde van het schaakspel zich aftekent.

Vandaag kan de computer het beslissende punt scoren. De partij begint. Na zestien zetten menen de deskundigen dat de stelling nog volkomen in evenwicht is.

Toch gaat er plots een verontrust geroezemoes door de zaal. De computerploeg begint de apparatuur in te pakken. Een computer-uitdraai doet de ronde. Die vermeldt een hoofdvariant, 24 halfzetten -12 zetten van wit en 12 van zwart-doorgerekend. Kasparowski verliest volgens deze berekening een pion en de partij. Super Nova is de eerste elektronische wereldkampioen.

Het verhaal van Piel beperkt zich niet tot dit eenvoudige stukje science fiction. We lezen ook hoe het zo ver is gekomen: 'In 1984 was er in de verste verte nog geen gevaar voor de groten in het rijk van Caïssa. De micro's waren bij Elo 1900 aangekomen. Enkele grote computers verheugden zich over een rating van 2300 punten. Alle hoop was gevestigd op nog grotere geheugens.'

Voor de niet-schaker zij hier vermeld dat Elo-rating een puntenwaardering voor schakers is, die voortdurend wordt bijgesteld aan de hand van hun prestaties in wedstrijden. Op dit moment bevinden de

absolute toppers zich in de buurt van de 2700 punten.

Terug naar het visioen: in 1989 komt een onbekende programmeur uit Kansas op het lumineuze idee om alle totdantoe bekende schaakstellingen in een computer te stoppen, en de bestanddelen daarvan naar hun verschillende stellingskenmerken te ontleden.

Het rekenprocédé dat zich vervolgens afspeelt, beschrijft Piel als zes boven elkaar geplaatste schaakborden. Op elk bord is een zelfstandig programma aan

De Nederlandse grootmeester Donner, die een grondige minachting koestert voor schaakcomputers, bewijst hier zijn superioriteit in een partij tegen het Amerikaanse superprogramma Belle

het werk. Via een dialoog komen de programma's tot de beste zet. De diepte van de berekeningen heeft een duizelingwekkende omvang gekregen.

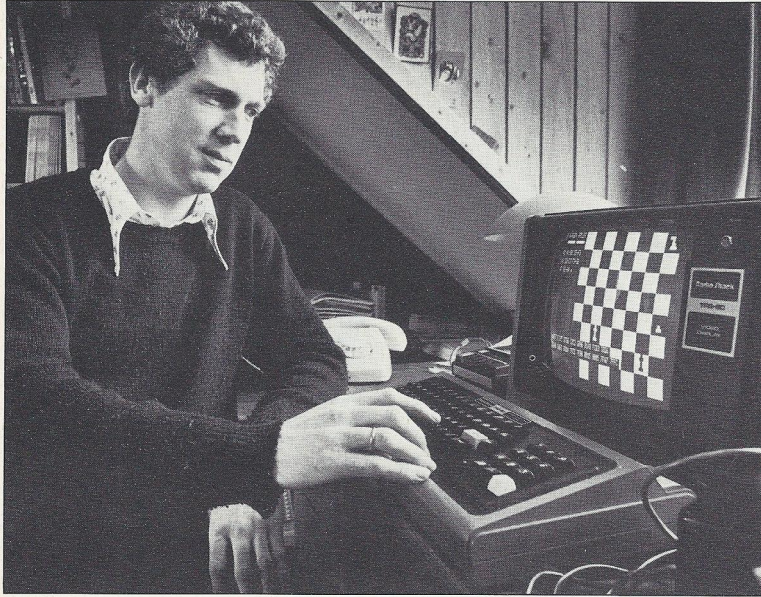
De hardware heeft bij dit alles ook een belangrijke rol gespeeld. Piel schrijft over micro-miniaturisering en maximale integratie, over chips van gallium-arsenide en indium-fosfide.

Hoe ver staat zijn visioen af van de wetenschappelijke realiteit? Speculaties over wat computers eens zullen kunnen, en wanneer dat zal gebeuren, zullen er altijd wel blijven. Ze vormen leuk denk-speelgoed, maar hebben doorgaans weinig te maken met echte futurologie. Teveel factoren zijn onzeker, zelfs in deze wereld van cijfers en wonderlijke rekenmachines.

Voorspellingen over het tijdstip waarop een computer sterker zal schaken dan de menselijke wereldkampioen, volgen elkaar al jaren in snel tempo op. Een enkele keer zet een grootmeester bij zo'n voorspelling z'n reputatie op het spel, of gaat de weddenschap gepaard met een geldbedrag. Wetenschappelijke diepgang hebben zulke voorspellingen nauwelijks,



TOEGEPASTE WETENSCHAP 500 - FEBRUARI 1985



Jaap van den Herik, gepromoveerd op een proefschrift over computerschaak en kunstmatige intelligentie (foto: Wim Ruigrok - De Volkskrant)

controle op de juistheid ervan is alleen achteraf mogelijk.

Een vrij zinloze bezigheid derhalve, dit geloof in het koffiedik van de micro-elektronica? Misschien, al heeft de geschiedenis van de wetenschap ons geleerd dat spectaculaire vooruitgang altijd werd voorafgegaan door ongeloofwaardige voorspellingen. Monus was een mannetje op de maan voordat astronauten van vlees en bloed daar rondstapten. Goede science-fiction-schrijvers geven hun verhalen een basis van wetenschappelijke waarheid, en niet zelden wordt hun fictie na een aantal jaren door de realiteit achterhaald.

Als deze regels worden geschreven, werken Karpov en Kasparov in Moskou een marathontweekamp af om te bepalen wie zich wereldkampioen schaken mag noemen. Zijn er reële perspectieven dat hun niveau binnen afzienbare tijd zal worden benaderd door rekenkracht?

Vijfde Generatie

Tijdens een internationaal symposium over supercomputers, eind vorig jaar in Rotterdam, werd een tussentijdse balans opgemaakt met betrekking tot de technologische vooruitgang. Japan heeft al een paar jaar z'n Vijfde Generatie Computers-programma. Andere landen, waaronder uiteraard Amerika, werken hard aan een antwoord daarop. Het Amerikaanse Defense Advanced Research Project Agency (DARPA) beschikt voor de komende vijf jaar over een budget van 575 miljoen dollar voor een Strategic Computing pro-

ject. Dit richt zich op de ontwikkeling van multi-processor-systemen, gebruik makend van technieken uit de Artificiële Intelligentie (AI), supersnel schakelende VLSI-chips en nieuwe computer-architecturen.

Directeur van dit project is R. Kahn, die in Rotterdam de verwachting uitsprak dat hij in 1987 gebruik zal kunnen maken van geheugen-chips van gallium-arsenide. Deze opvolger van de silicium-chip moet het mogelijk maken straks drie miljoen transistoren op één chip-wafel te bakken. Zowel in Japan als in Amerika worden hierbij softwaretechnieken uit het onderzoeksgebied van de AI gebruikt. Belangrijke deelgebieden waar men zich op richt, zijn patroonherkenning, spraakherkenning en -synthese, expertsystemen en de verwerking van natuurlijke taal.

Volgens een artikel in Energy and Technology Review, getiteld 'Preparing for the Super-Supercomputers', wordt het de komende tien jaar mogelijk supercomputers te realiseren die een factor duizend sneller werken dan de huidige supercomputers. Slechts een factor tien daarvan komt voort uit snellere componenten. De resterende factor honderd zal moeten komen uit een verbetering van de computer-architectuur, wat in de visie van veel deskundigen neerkomt op de inzet van parallel werkende processoren.

In de klassieke computer-architectuur vindt men één processor en één werkgeheugen, waarbij in het geheugen zowel het programma als de geheugens worden bewaard. De onmogelijkheid om tegelijkertijd de processor te laten werken en gegevens uit te wisselen tussen geheugen en processor, vormt een belangrijk struikelblok bij het opvoeren van de verwerkingsnelheid. Een oplossing hiervoor is het zogenaamde pipe-linen: veel-

gebruikte bewerkingen worden door opeenvolgende processoren uitgevoerd. Zodra zo'n bewerking is uitgevoerd, wordt het resultaat doorgeschoven naar de volgende processor, en komt de eerste beschikbaar voor een nieuw gegeven. Een andere methode is het gebruik van onderling parallel geschakelde processoren, die vrijwel gelijktijdig bezig zijn met de verschillende delen van een programma. Problemen daarbij zijn de organisatie van de gegevensstromen tussen de verschillende processoren, de organisatie van de instructies in samenhang met de verschillende processoren en de ontwikkeling van programmeertalen.

Er valt dus nog wel het een en ander op te lossen, maar het is duidelijk dat het visioen van Gerhard Piel niet zo ver van de werkelijkheid af staat.

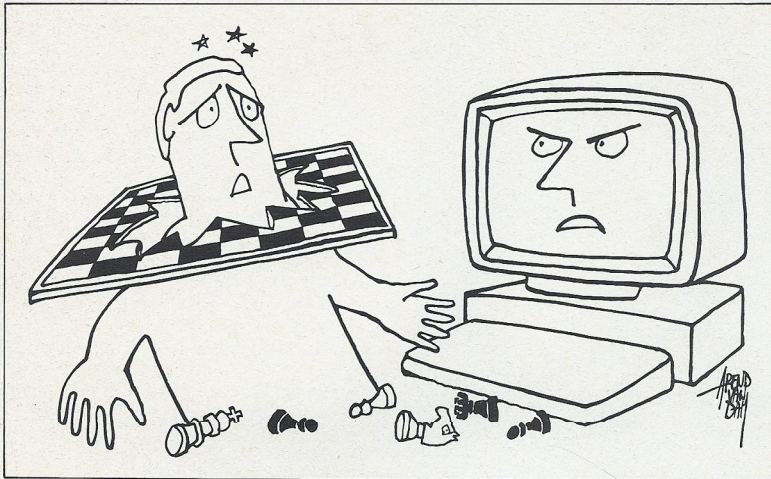
Proefschrift

Anderhalf jaar geleden promoveerde Jaap van den Herik aan de TH in Delft op een proefschrift over 'Computerschaak, schaakwereld en kunstmatige intelligentie'. Hij geeft daarin de volgende definitie van AI-onderzoek: 'Het trachten te verkrijgen van inzicht in de principes die mogelijkwijze ten grondslag liggen aan de menselijke intelligentie, met behulp van computerprogramma's en programmeertechnieken die zoveel mogelijk geconstrueerd zijn op basis van een theorie over de veronderstelde werking van het menselijk denken.'

Van den Herik wijst op een analogie tussen het onderscheid in programmatuur en apparatuur dat we bij computers maken en het onderscheid tussen geest en hersenen bij de mens: 'Deze analogie, het splitsen van mentale en fysieke vermogens bij mens en computer, is de basis voor het AI-onderzoek.'

Een AI-programma is volgens hem een computerprogramma 'dat cognitieve vermogens karakteriseert en gebruikt op een zodanige manier dat het, volgens de intuïtieve gedachten die wij daarvoor hebben, lijkt of het programma dezelfde dingen doet als een mens onder normale omstandigheden'.

Een menselijke schaker die goed z'n best doet, bereikt uiteindelijk z'n plafond. Dat plafond wordt bepaald door aanleg, studie en ervaring. Van den Herik stelt zich dan de vraag of je bij computers van soortgelijke normen mag uitgaan: 'Een computerschaakprogramma dat beantwoordt aan het door AI-onderzoekers gestelde doel inzake het opstellen van de (vorm van) de regels en het effectief modelleren van een bepaald domein, kan niet aangeven hoe sterk het zal worden. Mensen kunnen tijdens hun ontwikkelingsproces evenmin van zichzelf zeggen hoe sterk ze zullen gaan spelen. Ze kunnen dat ook niet van andere zich nog ontwikkelende spelers zeggen. Het is aannemelijk te veronderstellen dat mensen net zo min de uiteindelijke speelsterkte van schaakprogramma's kunnen voorspellen.' Van den Herik gaat uit van de



ontwikkeling van een model waarin sprake is van een doelgericht zoekproces, gebaseerd op de heuristische (methodische) kennis van schaakgrootmeesters. Het domweg uitrekenen van de consequenties van alle zetten tot een bepaalde diepte (brute force) heeft volgens hem niets met AI te maken. De huidige commerciële schaakcomputers, althans de goede, hebben in hun programma een combinatie van brute force en het op een menselijke manier inperken van de te beschouwen varianten.

Herkennen van patronen

Dat een menselijke schaker slechts een beperkte geheugencapaciteit heeft, en dus bij het analyseren van een schaakstelling zo doelmatig mogelijk te werk moet gaan, ligt voor de hand. Hoe dat proces zich in onze hersens precies afspeelt, is een wat moeilijker probleem. Een standaard-onderzoek daarnaar werd al bijna veertig jaar geleden verricht door prof. A. D. De Groot. Volgens De Groot ligt het belangrijkste verschil tussen een meester en een niet-meester in de gedifferentieerdheid en de omvang van het ervaringssysteem. Uit zijn experimenten bleek niet dat grootmeesters sneller of dieper denken, maar dat zij door hun superioriteit in het herkennen van patronen aan de juiste zet denken. Een ander essentieel verschil tussen het denken van de schaakmeester en dat van de huis-tuin-en-keuken-schaker is dat eerstgenoemde doelgericht vertakkingen van zetten bekijkt en al dan niet verwerpt, terwijl de mindere schaker kriskras door de stelling gaat, dingen soms meerdere malen overweegt en weer terzijde schuift, conclusies uit eerdere overwegingen vergeet, kortom inefficiënt met z'n vermogens omgaat. Uiteraard is getracht in de computerprogramma's het denkproces van de grootmeester te benaderen. Er zijn in de loop der jaren heel wat systemen en strategieën over uitgedacht, met allemaal verschillende namen en principes. Wat tegenwoordig in bijna alle programma's

wordt toegepast heet alfa-beta-algoritme, en komt neer op het grondig snoeien (pruning) van de variantenboom (de reeks mogelijke vertakkingen).

Uitgangspunt van dat systeem is de zogenaamde mini-max-methode, waarbij alle zetten van wit en zwart worden overwogen tot een stelling wordt bereikt waarin wit of zwart winst kan forceren, of waarin sprake is van een reglementaire remise. Van den Herik stelt in zijn proefschrift vast dat nu reeds 99 procent van alle schakers verliest van de schaakcomputer. Hij verwacht dat een vervolmaking van de programma's ertoe zal leiden dat ook de grootmeester-sterkte wordt bereikt, en vervolgens overtroffen. Hij heeft een wedschap lopen dat dit in het jaar 2000 het geval zal zijn.

C.E. Shannon, die grondlegger was van enkele belangrijke computerschaak-strategieën, zegt dat de computer nu al wereldkampioen zou zijn, als we ooit als spelregel hadden vastgesteld dat er met een hoge snelheid moet worden gezet.

Ingeving essentieel

En daar komen we bij de kern van de discussie of het ooit mogelijk zal zijn dat grootmeesterniveau te halen. Shannons stelling is namelijk gebaseerd op het sterke punt van de computer, de reksnelheid. Menig grootmeester heeft het in 'vluggertjes' al tegen schaakprogramma's moeten afleggen. Maar diezelfde programma's verslaat hij moeiteloos als er in normaal tempo (40 zetten in twee uur) mag worden gespeeld.

De verklaring waarom een grootmeester zo sterk speelt stuit op een gegeven moment op weinig exacte begrippen als intuïtie en creativiteit. Oud-wereldkampioen Max Euwe hierover: 'Het essentiële element van het betere schaak is tenslotte de ingeving.' En die is volgens hem niet te programmeren. De Groot beschrijft die intuïtie, als aanvulling van de beredeneerde zettenreeksen, als 'een oordeelsvermogen dat het vaker dan volgens het

toeval te verwachten zou zijn, bij het juiste eind heeft'.

Een computerprogramma kan volgens hem dat oordeelsvermogen niet bezitten 'omdat in de definitie van intuïtieve oordelen besloten is dat een subject ze niet argumentatief expliciet kan maken'.

In zijn boek 'The foundations of science' zegt de wiskundige H. Poincaré: 'Dit gevoel, deze intuïtie van mathematische orde, die ons verborgen harmonieën en relaties doet voorspellen, kan niet door iedereen worden bezeten.' Wie dit gevoel wel heeft kan volgens hem, zelfs zonder een buitengewoon geheugen, schepend werk doen in de hogere wiskunde. Anderen doen daar minder hoogdravend over. Donald Michie, hoogleraar aan de universiteit van Edinburgh, afdeling machine-intelligentie: 'Intuïtie is gewoon een naam voor een op regels gebaseerd gedrag waarbij de regels niet voor het bewustzijn toegankelijk zijn.'

Van de Herik sluit daarbij aan met de veronderstelling dat we in de toekomst adequate theorieën zullen kunnen formuleren over regels die nu onbekend zijn. Hij sluit ook niet uit dat machine-intelligentie de mogelijkheid in zich heeft om zich op een hoger niveau van abstractie te bewegen dan de menselijke intelligentie.

Daarmee zijn we min of meer in een vicieuze cirkel gekomen. Het onderzoek op het gebied van kunstmatige intelligentie moet ons inzicht verschaffen in de werking van het menselijk brein. Maar voor dit onderzoek is ook inzicht in die menselijke intelligentie noodzakelijk. Een andere vicieuze cirkel vormt de vraag of onderzoek op het gebied van computerschaak de AI-deskundigen verder zal helpen, en in hoeverre de computer sterker zal gaan schaken dank zij het AI-onderzoek. Michie zegt: 'Het wetenschappelijk onderzoek van computerschaak is de belangrijkste wetenschappelijke studie die momenteel in de wereld aan de gang is.' Hij trekt in dat verband een vergelijking met de genetische experimenten die tijdens de eerste wereldoorlog werden gedaan met de bananenvlieg, en die de theoretische basis legden voor latere genetische technieken: 'Het huidige gebruik van het schaken als voorloper van de kennistechniek is precies hetzelfde.' We praatten erover met twee TNO-wetenschappers die zich met kunstmatige intelligentie bezighouden, zij het vanuit volstrekt verschillende invalshoeken. Psycholoog Patrick Hudson is werkzaam bij het Instituut voor Zintuigfysiologie (IZF-TNO). Hans de Heer is wiskundige bij het Instituut voor Wiskunde, Informatieverwerking en Statistiek (IWIS-TNO). Hun verschil in benadering komt al direct tot uiting als we vragen om een definitie van het begrip kunstmatige intelligentie. Hudson: 'In eerste instantie kun je zeggen dat het gaat om het maken van computersystemen die bepaalde kenmerken hebben waarvan normaal geacht wordt dat er intelligentie voor nodig is. Kenmerken waarvan je zegt: om dat te doen moet je een beetje slim zijn.' Hij plaatst daar de

kanttkening bij dat zaken die bij mensen een hoge intelligentie vereisen, zoals het werk van een medisch specialist, gemakkelijker in een computerprogramma zijn te stoppen dan het werk van een handarbeider. 'Het is vaak gemakkelijker om hoogleraren te vervangen door computersystemen dan handarbeiders. De meeste robots die we hebben, zijn die naam eigenlijk niet waard. Dat noem ik flexibele stukken gereedschap.

Verkeerde term

De Heer verkondigt het standpunt van de echte informaticus: 'Wat door degenen die daar over schrijven, met kunstmatige intelligentie wordt betiteld, is niet fundamenteel onderscheidbaar van iedere andere vorm van computertoepassing. Iedere computertoepassing is een vorm van intelligentie die wordt vastgelegd. Ik vind het dus een verkeerde term. Ik zou liever spreken over afbeelding van intelligentie. Het is niet kunstmatig, het is echte intelligentie die wordt afgebeeld. Je zegt toch ook niet dat een grammofoonopname van een vioolconcert kunstmatige muziek is. Het is echte muziek die is afgebeeld, gereproduceerd.' Hudson daarentegen vindt dat het optellen van twee getallen nog niets met AI heeft te maken: 'Bij AI ligt het wat ingewikkelder. Wij zoeken naar de juiste representatie van een probleem waardoor het net zo gemakkelijk wordt als $1 + 1 = 2$. Wat we met de rekenkunde hebben gedaan is het maken van een representatie via het decimale systeem. We hebben heel eenvoudige regels. Plus, min en keer

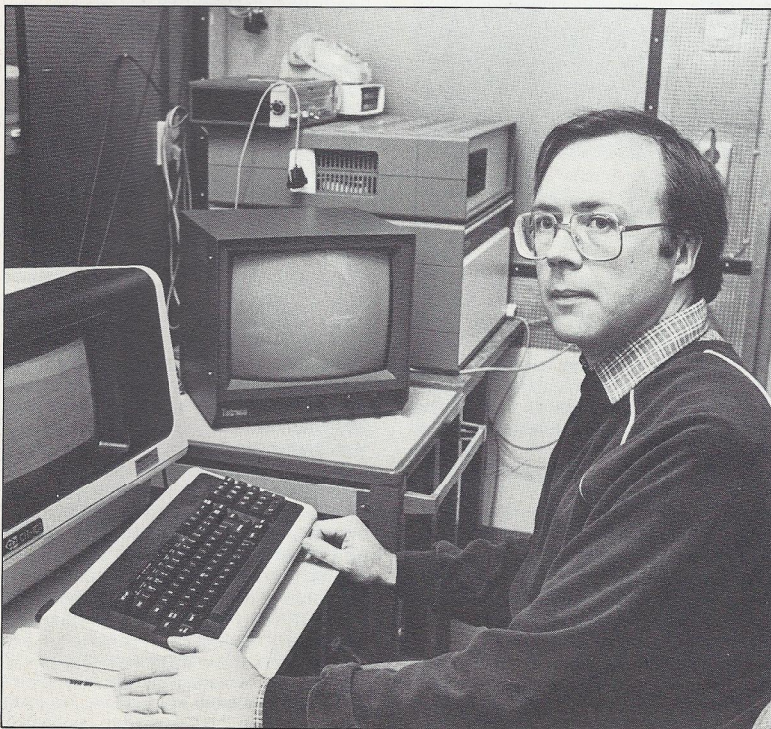
hebben een bepaalde betekenis, gedefinieerd in termen van plus. Delen heeft een betekenis in termen van min. Het wordt een tikkeltje ingewikkelder als we appels en peren willen optellen. Het kan, maar dan zijn de regels anders. Vijf appels plus zes peren, daarvan zegt de regel dat het elf vruchten zijn. Zo is het voor elk moeilijker probleem de truc om een representatieve systeem te vinden waardoor het gemakkelijk is om dat probleem op te schrijven.'

Daar komt hij wel ongeveer op een lijn met De Heer, die zegt: 'Ik zou dat liever logisch programmeren noemen. Het is niet meer louter het beschrijven van een proces, maar het leggen van een aantal logische verbanden. Je hebt feiten en regels, de verbanden tussen de feiten.'

Als een computer er op die manier in slaagt associatief gedrag te vertonen, kun je dan spreken van een blijk van intelligentie? De Heer: 'Nee, dat is een vergissing.

Er wordt geen intelligentie gegeneerd. Het is gewoon menselijke intelligentie, in een andere vorm gebracht dan tot nu toe gebruikelijk was. Een encyclopedie of een boek over de relativiteitstheorie noemen we toch ook geen kunstmatige intelligentie. Daar is gewoon een hoeveelheid kennis op papier gezet. En die boeken vormen net zo goed een hulpmiddel om ons te helpen creatieve processen van de wetenschapsonwikkeling in banen te lei-

Patrick Hudson: ... een beetje slim zijn ... (foto: 't Sticht)



den die anders nooit bereikt waren. Zonder bij hadden we ook nooit een boom omgehakt.'

Aan Hudson vragen we of een computer, die weliswaar langs andere wegen tot schaaakzetten komt dan een mens, een intelligente partij kan spelen. 'Ja, het is alleen geen menselijke intelligentie. Maar het is in zoverre intelligent, dat hij in een zo breed scala van mogelijkheden moet opereren, dat het tevoren niet te zeggen is wat de juiste keuze is. Dat mensen dat soms heel snel kunnen, wil nog niet zeggen dat het eenvoudig is. Het geeft je de kans te bewonderen hoe goed wij in elkaar zijn gezet.'

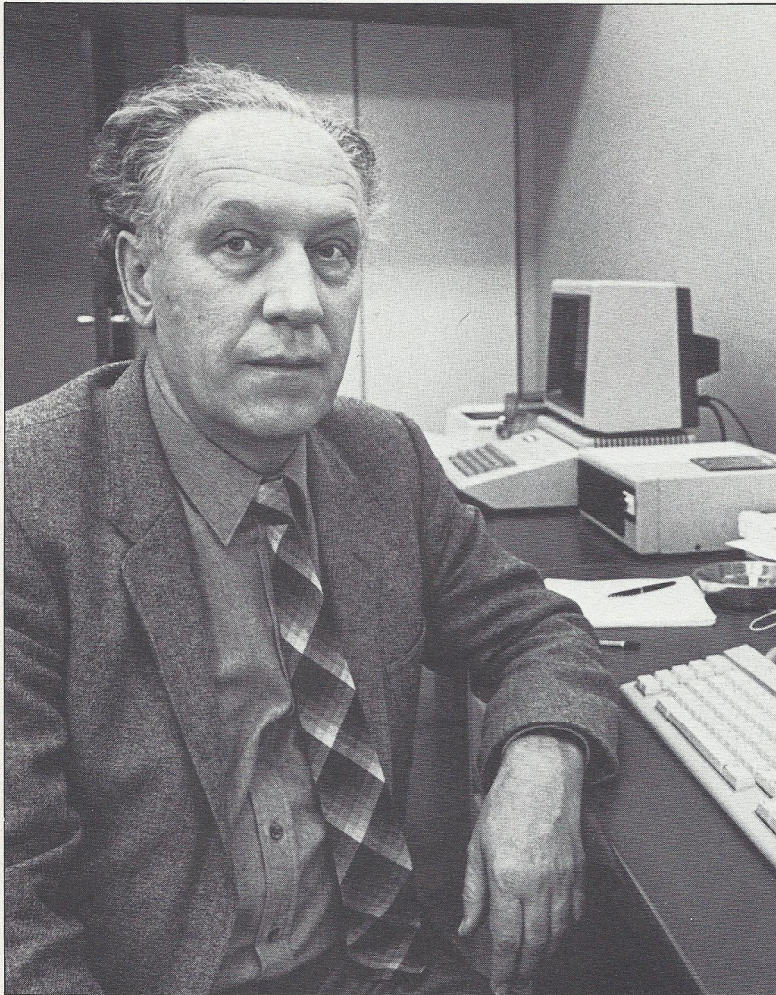
Orgel

Schept Hudson zo toch het beeld van een apparaat dat op zijn manier intelligente dingen doet, De Heer houdt het er op dat het een apparaat is waar wij slimme dingen in stoppen. Hij vergelijkt een computer in dat verband met een orgel: 'Dat is omstreeks het jaar 900 ontstaan in z'n definitieve versie. De basis is toen gelegd. Het zijn een aantal toetsen, iedere toets is verbonden met een of meer pijpen van een bepaalde toon. Die tonen worden aangeblazen door een blaasbalg op het moment dat je die toets indrukt. Dat orgel maakt muziek mogelijk die voor die tijd nooit heeft bestaan, namelijk meerstemmige muziek. Dat is het specifieke karakter van de Europese muziek, de meerstemmigheid. Kun je nou zeggen dat het orgel de intelligentie is die die muziek heeft gemaakt?'

'De computer is vergelijkbaar met dat orgel. Die zal ons inspireren tot grote daden. Al die artefacten die de mens om zich heen creëert, zijn als het ware omhulsels waarmee hij zich omkleedt en waardoor z'n vermogens worden versterkt of verbeterd. Met een bijl kan ik meer kracht concentreren op een nauwe sleuf, waardoor ik een boom kan splijten. Met een computer kan ik mijn gedachten in banen leiden die het mogelijk maken dat ik iets doe dat ik anders niet zou kunnen. Ik kan bijvoorbeeld in een paar seconden tienduizend decimalen uitrekenen van het getal pi. Kunstmatige intelligentie is een wisselwerking tussen een instrument dat wij hebben gemaakt en onszelf. Maar het is ónze intelligentie. Wij hebben dat ding ontworpen. Toen zijn we ermee gaan spelen, en dat leidde tot een groter resultaat van onze intelligentie.'

Bij Hudson komt dan het expert systeem ter sprake, de computer die bijvoorbeeld de arts kan helpen bij het maken van een diagnose en het voorstellen van een behandeling. Er opereren al diverse expert systems, computers waar men de specialistische kennis van menselijke experts op een dusdanige wijze in heeft gestopt dat het zo'n expert kan helpen bij de uitoefening van z'n functie, of zelfs dat een minder deskundige ermee kan werken.

Hudson: 'Dan wordt het echt leuk. Een arts kan in zijn leven maar een beperkt



aantal mensen tegenkomen. Een computer kan alle gevallen verzamelen, dus veel meer ervaring hebben. Voor sommige stukken intelligentie gaat het nu eenmaal gewoon om ervaring. Voor sommige expert systems is dat de kern. Er zijn geen echte regels te maken waarom je dit of dat moet doen. Het gaat er gewoon om dat ik iets een keer heb gezien of dat iemand iets heeft gedaan, en het volgende geval lijkt daar zo op dat ik het nog een keer wil proberen.'

Dan staan we dus voor het probleem van de herkenning. Iets is nooit helemaal hetzelfde, het gaat dan om identieke patronen. De computer moet hoofd- en bijzaken kunnen onderscheiden. Daar komen we ook weer bij het schaakspel. Ook een matig schaker herkent onmiddellijk de mogelijkheid van een 'vorkje' of van overbelasting van een bepaald stuk, zonder dat steeds sprake is van een zelfde stelling op het bord. Grootmeesters herkennen nog veel meer van die patronen. In principe is dat aantal patronen eindig, het schaakspel heeft een beperkt aantal

Hans de Heer: ... logisch programmeren ... (foto: Stokvis)

stukken en regels en het doel ligt vast. Toch lukt het nog niet de kennis van de grootmeester in een programma te stoppen.

Representatie

Hudson: 'We hebben gewoon de juiste representaties voor het schaken nog niet gevonden. Die kunnen wel eens heel ingewikkeld zijn. Daarom gaat het bij een belangrijk stuk van AI niet om het programmeren, maar om het kiezen van een representatie. Je kunt maandenlang AI zitten te plegen zonder dat je ooit aan een toetsenbord komt. Je moet eerst je definities bedenken. Dat maakt ook het huidige werk met relationele databanken zo interessant voor AI. Het gaat dan om de structuur van de representatie van grote hoeveelheden kennis. Als je een goede representatie hebt, kun je vrij snel een goed antwoord op je vraag krijgen. Bij een

slechte representatie blijf je doormodderen. En de allerslechtste manier is het een voor een doornemen van alle zetten.'

Gaan we dus, zoals in het visioen van Gerhard Piel, alle gespeelde schaakpartijen in de computer stoppen, om daar vervolgens de patronen uit te laten herkennen?

'Dat is een van de grootste problemen. Hoe kun je een patroon herkennen als je niet weet of het een goed patroon is. Het systeem heeft daar geen enkel criterium voor.'

Maar de huidige schaakcomputers herkennen toch al een aantal patronen?

'We weten niet of het de goede patronen zijn. Misschien moeten we wel terug naar een veel eerder stadium. Met het huidige systeem denk ik dat het te moeilijk zal zijn. Een computer moet ook van z'n fouten kunnen leren. Maar we weten nog niet eens hoe een kind taal leert.'

Een schaakspelletje is toch veel eenvoudiger.

'Je zou zeggen dat het gemakkelijk moet zijn, maar het is nog niet gelukt.'

Men is er nog niet zo lang mee bezig, en nu wint nog maar 1 procent van de schakers van de beste computers.

'Dat laatste stukje zal erg moeilijk zijn. Om het nog beter te doen, moeten we eerst van die brute-force-aanpak af. Dat zou misschien betekenen dat de computers in het begin nog maar van vijftig procent van de schakers winnen. Maar dan worden ze wat minder dom.'

Dan willen we dus het menselijk brein simuleren, zonder dat we weten hoe dat werkt?

'Je moet dat ook niet continu doen, zonder erover na te denken waarom het niet beter wordt. Een belangrijk doel is om een systeem te maken dat over z'n kennis kan nadenken. Dat is een beetje wat we nu bij IZF aan het doen zijn.'

Tijdens een studieconferentie in 1982 vertelde Ken Thompson (Bell Laboratories) overigens dat men daar een database aan het opbouwen was, waar toen al zo'n 12.000 schaakpartijen in zaten. Volgens prof. dr. B. Mittman (Northwestern University) zal zo'n verzameling gegevens (de partijen worden volgens allerlei criteria gerangschikt) bijdragen tot de ontwikkeling van op kennis gebaseerde computerschaakprogramma's en tot de verrijking van het schaken in het algemeen.

Tijdens dezelfde conferentie vertelde Monroe Newborn (McGill University) dat het programma Ostrich niet langer draait op één Nova 4, maar op een aantal Nova 4's, op een zodanige wijze dat elke computer een gedeelte van de zoek-taak voor zijn rekening neemt. Het visioen wordt steeds realistischer.

De Heer denkt dat we voor een doorbraak in het computerschaak niet de menselijke intelligentie moeten nabootsen: 'We hebben de neiging te denken dat de natuur

het wel het beste gedaan zal hebben. En dat gaan we dan kopiëren. Vaak blijkt achteraf dat het anders moet. In de natuur komt bijvoorbeeld het wiel niet voor. Dat is een typisch menselijk artefact. Maar het is een heel handige uitvinding. Ik denk, als we zover zijn dat we computers op een aanvaardbare manier taal kunnen laten behandelen, dat dan zal blijken dat het op een heel andere manier gaat dan we denken dat het bij ons gaat. Daar komt nog de verwarring bij dat we niet weten hoe het bij ons gaat. Wij hier zitten nu bijvoorbeeld hele reeksen woorden op elkaar af te vuren, we begrijpen elkaar tot op zekere hoogte, maar wat gebeurt er in onze hoofden?'

Hooggestemd ideaal

Het opwekken van zelfstandige intelligentie in machines noemt De Heer 'een hooggestemd ideaal'. 'De echte computerwetenschappers, die met beide benen op de grond staan, voelen daar niet zo veel voor. Daar reken ik mezelf ook toe. Ik zie de computer als een instrument dat het mogelijk maakt bepaalde restricties van het menselijk intelligent handelen te verbeteren. En dat is bijvoorbeeld iets uitrekenen dat een mens met de hand nooit kan, omdat een mens dat in één leven nooit kan doen. Dat heeft grote invloed gehad op de wiskunde. De wiskunde ondergaat een geweldige ombuiging, omdat die zich vroeger beperkte tot dingen die je niet hoefde uit te rekenen. De zogenaamde analytische oplossing, dingen waarvoor je een formule kon gebruiken. Een mooi voorbeeld is dat het nog steeds niet is gelukt een sluitende formule te maken voor de priemgetallen, de niet-deelbare getallen.'

In het pragmatisch spraakgebruik tussen mensen speelt vaagheid een grote rol. We hebben aan een half woord genoeg om een heleboel te begrijpen. Maar dat maakt het tevens moeilijk intelligent gedrag voor de computer te vertalen. De Heer gaat er dan ook vanuit dat het niet zal lukken schaak-intuïtie te programmeren. Hij vindt het ook niet nodig: 'Schaakprogrammering is wat dat betreft een slecht voorbeeld van kunstmatige intelligentie. Het doet helemaal niets wat daar mee te maken heeft. Maar als de geheugens nog wat groter worden, kun je een computer dertig zetten vooruit laten denken. Het is gewoon een gebruik maken van de kwantitatieve mogelijkheden van de computer. Daardoor kun je het intelligente dat wij doen met schaken, dat heuristische, vermijden. Je gaat naar het exacte schaken toe. Dan kun je veel meer mogelijkheden tegelijkertijd overzien.'

Geconfronteerd met de tegenovergestelde visie van Hudson zegt hij: 'Er zijn wat dat betreft twee scholen. Hudson is een alfa-man, ik ben een wiskundige.' Euwe was ook een wiskundige. Toch voorspelde hij dat een computer nooit grootmeester zal worden vanwege dat intuïtieve onvermogen. In 1981 schreef hij



Jan Louwman temidden van een aantal door hem geteste schaakcomputers (foto: John de Pater)

bovendien dat in het computerschaak veel te veel de nadruk werd gelegd op de brute force.

De Heer: 'Ik heb het wel eens met Euwe over die dingen gehad. Hij kon toen waarschijnlijk nog niet bevroeden dat de kwantitatieve mogelijkheden van de computer zo groot zouden worden. Ik ben het ermee eens dat dat creatieve in een computer niet te verwezenlijken is. Maar hij heeft het fout als hij zegt dat daarom de computer nooit sterker zal gaan schaken dan de mens. Als de kwantitatieve hoeveelheid exact analyseerbare situaties van een computer maar groot genoeg wordt, zal hij op den duur beter gaan schaken. Laten we even vaststellen, dat wat die grootmeester in een flits ziet, daarvan weten we niet hoe dat werkt. Het is nonsens om dat in een computer te willen nabootsen. Ik denk ook dat het heel anders in elkaar zit dan wij nu denken. Misschien wordt er wel niets uitgerekend. Eigenlijk is het ook zo dat mensen pas gaan rekenen als ze de dingen die ze moeten doen, van nature niet kunnen.'

Pingpongballetje

Dat laatste illustreert hij met een een tweetal voorbeelden: 'Een mens heeft geen intuïtie voor aerodynamische problemen. Als je een pingpongballetje recht over het net wil laten scheren, geef je er een klap tegen waardoor het als het ware voorover gaat tuimelen. Daardoor is de snelheid aan de bovenkant groter dan aan de onderkant. Er ontstaat een onderdruk; het mechanisme waarop een vliegtuig vliegt. Daardoor beschrijft het balletje een rechte baan in plaats van een kogelbaan.'

Maar de fantasie van de mens zou zeggen dat hij voorover tuimelt. Een ander voorbeeld is een buis waar gas doorheen gaat. Bij vernauwing van de buis ontstaat onderdruk in plaats van overdruk. Daarop berust het vacuüm pompen. Als een mens niet rekent, kan hij dit nooit weten. Hij kan het nooit begrijpen. Wij hebben daar geen gevoel voor.'

Totzover enkele wetenschappelijke speculaties over de toekomst van het computerschaak, gerelateerd aan de ontwikkelingen in het computeronderzoek, of je dat nu kunstmatige intelligentie noemt of niet. Een feit van dit moment is dat er in Nederland 150.000 schaakcomputers in particulier bezit zijn. In de hele wereld zijn er al zes miljoen.

Iemand die daar hele dagen mee bezig is, en inmiddels een internationale faam als tester heeft opgebouwd, is de Rotterdammer Jan Louwman. Zijn publikaties in Computerschaak, het orgaan van de Computer Schaak Vereniging Nederland (CSVN), worden met grote gretigheid gelezen door mensen die een schaakcomputer bezitten of er (nog) een willen kopen. Uit vele honderden testpartijen trekt Louwman conclusies over de vaardigheden van deze apparaten, die hij als een gewetensvol consumentvoorlichter in het openbaar brengt. Dat doet hij trouwens ook in andere bladen, in binnen- en buitenland. In 1982 leverde het hem de Elektronica Persprijs op.

Dat de fabrikanten met zijn kritische beoordelingen niet altijd even gelukkig zijn, heeft hij diverse malen ondervonden. Maar aan de andere kant erkent men zijn deskundigheid op dit gebied, en wordt hem regelmatig om raad gevraagd. Als we deze regels schrijven, is hij voor zo'n advies op bezoek bij een belangrijke



Louwman geeft uitleg bij een demonstratie van schaakcomputers in een groot warenhuis (foto: John de Pater)

schaakcomputer-fabrikant in Hong Kong. 'Je krijgt van de fabrieken ontzettend veel documentatie toegestuurd. Allemaal winstpartijen. Verliespartijen gaan daar altijd de prullebak in. Die winstpartijen gaan bij mij ook de prullebak in. Ik test ze liever zelf. En dan bellen ze na een week op hoe de resultaten zijn. Maar het duurt wel een week of tien voor je het een beetje weet. Er wordt ook omgekocht. Soms is het om je te bescheuren wat er wordt geschreven. Wat mij betreft, voor het geld hoef ik het niet te doen. Ik kan er morgen mee stoppen.'

Boek

Totnu toe heeft zijn uit de hand gelopen hobby Louwman vooral geld gekost. Langzamerhand staan daar wat inkomsten tegenover, bijvoorbeeld omdat hij steeds vaker wordt gevraagd voor het verzorgen van demonstraties. En binnenkort verschijnt een boek van zijn hand dat ongetwijfeld z'n weg naar de computer-schaker zal vinden.

In 1978 was hij een van de eersten in Nederland die met het uitgebreid en systematisch testen van schaakcomputers begon. Bij toeval was hij met zo'n apparaat in aanraking gekomen. 'Als redelijk goed schaker raakte ik daarin geïnteresseerd. Sindsdien heb ik heel wat geld in schaakcomputers gestoken. Nu

hoeft dat niet meer. Alle fabrieken sturen mij een exemplaar, drie maanden voordat hij op de markt komt.'

Die eerste schaakcomputers stelden nog niet zoveel voor. Ze beheersten niet eens alle spelregels.

Louwman: 'Ze waren nog niet zo sterk, zo rond de 1450 Elo. Maar mijn eerste, de MK 1, beheerste alle spelregels. Niet de minor-promotie, maar dat vind ik niet zo noodzakelijk. In de kleinere programma's zit dat nog steeds niet. Omdat het gewoon te veel geheugen vraagt. En in de praktijk is het niet zo belangrijk. Merkw aardig was ook dat die Mk 1 nooit illegale zetten deed, maar wel toestond dat jij illegaal speelde. Je mocht elk stuk als dame gebruiken.'

(-even een toelichting voor de niet-schaker: een pion die de overzijde van het bord bereikt, promoveert normaliter tot koningin; maar het is ook toegestaan te promoveren tot een stuk dat minder waard is, namelijk een paard, loper of toren; in sommige situaties kan dat wel eens voordeliger zijn-)

Inmiddels speelt Louwman een centrale rol in genoemde CSVN. In een paar jaar tijd groeide het ledental van 28 naar 1100.

Spreekuur

Enkele avonden per week houdt Louwman telefonisch spreekuur, en dat levert hem momenteel per jaar zo'n 2000 telefoontjes op. Daarnaast levert het de vereniging heel wat leden op, er is ontzettend veel behoefte aan informatie op dit gebied.

'Het voordeel van zo'n spreekuur is dat je

weet wat er onder de mensen leeft. Daar heb ik ook mijn publikaties op kunnen afstellen. De Barden-test is daar uit geroeld. Men wil vergelijkingen vanuit bepaalde situaties. En men is abnormaal geïnteresseerd in Elo-rating. Ik helemaal niet. Ik weet dat de Elo-rating onder de 2000 zeer onzuiver is. Maar ik weet ook geen betere methode.'

Geheimen

'Het testen van schaakcomputers is veel complexer dan de mensen denken. Je kunt niet alleen computers tegen computers laten spelen. Je moet er ook op letten dat je niet steeds dezelfde partijstructuren krijgt. Veel mensen denken dat ze het ook wel kunnen, ze kopen twee computers en laten die tegen elkaar spelen.

Maar daar ben je er niet mee. Ik heb nu gelukkig een aantal mensen om me heen die me bij dat testen kunnen helpen. Maar de geheimen van mijn testmethoden verraad ik niet, omdat die de achtergrond van mijn publikaties vormen, en soms klopt het wel eens niet. Ik kan bijvoorbeeld niet verklaren waarom de Super Constellation altijd succes heeft tegen sterke spelers en verliest van de zwakkeren. Het zal wel in de programmering zitten, maar het is abnormaal zoals zich dat ontwikkelt.'

Zelf zegt hij geen specialist op het gebied van programmeren te zijn: 'Ik weet hoogstens tien procent van wat de programmeurs er van weten. Maar mijn specialiteit is de testervaring, en die is voor die mensen erg belangrijk. Ik heb allerlei methodieken kunnen ontwikkelen. En ik

ben natuurlijk niet ziende blind. Ik heb geen zin om boeken over programmeren te gaan doorworstelen. Ik bewonder elke programmeur, al speelt z'n programma nog zo rot. Ik weet namelijk wat het betekent. Een man als Kittinger heeft in de Super Constellation minstens 7000 uur werk zitten.'

Programmeurs, ook de mensen die zich met schaakprogramma's bezig houden, zijn meestal eigenwijs, heeft Louwman

vastgesteld. 'Ze zouden wat meer moeten openstaan voor suggesties. Natuurlijk zijn niet al mijn denkbeelden bruikbaar. Ik programmeer zelf niet. Maar door dat testen in de praktijk, zie je gewoon dingen waarvan je weet dat het anders zou moeten. Of het te realiseren is, is een andere zaak. Maar ze kunnen er tenminste naar kijken. Luister en overweeg. Het is gewoon een kwestie van nuchter nadenken. Het probleem is namelijk dat

programmeurs zelf nauwelijks aan testen toekomen. Daarvoor is hun uurloon te hoog.'

Volgens Louwman vervult de schaakcomputer voor veel mensen een belangrijke sociale functie: 'Je bereikt er een brede massa mee. Ik krijg ontroerde mensen aan de telefoon, die invalide zijn en de hele dag met hun schaakcomputer doorbrengen. Je hebt ook de sprekende Fidelity-computers, die voor blinden geschikt zijn gemaakt.'

Gevraagd naar een voorspelling van de toekomstige speelsterkte zegt Louwman: 'Ik denk net als Van den Herik dat in de toekomst de wereldkampioen verslagen zal worden. Het zal wel wat langer duren dan hij denkt. Maar met name de computertechnieken zullen doorslaggevend zijn. Ze gaan werken met enorme rekensnelheden. De Private Line kan volgend jaar worden voorzien van een 10 megahertz processor. Er komt een module voor waar minstens 100.000 openingsvarianten in zitten. Er zijn al big machines in Amerika die met meerdere processoren werken. De een zoekt dit af en de ander dat, en dat vergelijken ze dan. Ik weet niet of ik het zelf nog meemaak, maar ze zullen in de toekomst op grootmeesterniveau kunnen meekomen. De computer zal in de toekomst ook van z'n fouten gaan leren. Ik heb daar al met programmeurs over gesproken. Dan wordt het nog linker.'

Lange weg

Legt Louwman dus op deze wijze veel nadruk op snellere rekentechnieken, in al zijn publikaties betoogt hij steeds dat het programma in de eerste plaats het niveau van een schaakcomputer bepaalt. Hij verwacht ook dat een groter geheugen het op een gegeven moment mogelijk zal maken schaakkennis in het programma te stoppen. 'Het zal een lange weg worden. Ik zeg niet dat het binnen tien jaar gebeurt. Het doorrekenen is wel belangrijk, maar op bepaalde punten ook weer niet. Dan gaat het om fantasie, om positioneel spel. Ook de computer moet varianten selecteren. Dat gebeurt al in programma's die volgens de zogenaamde B-strategie werken, een selectieve methode. Dat lijkt echt al een beetje op mensenschaak, hoor.'

Mensen die zich met schaakprogrammering bezighouden, kijken doorgaans een beetje neer op het domweg invoeren van schaakpartijen en openingsvarianten in een geheugen. Dat heeft volgens hen niets met programmeren te maken. Aan de andere kant is het zo dat ook de menselijke schaker naar vermogen openingen uit z'n hoofd leert en partijfragmenten onthoudt.

Er wordt in Nederland erg veel aan schaakprogrammeren gedaan. Louwman: 'We zijn het enige land waar op zo uitgebreide basis computercompetities van eigen programma's plaats vinden. In Amerika doen ze dat ook wel, maar niet



Computers in competitie

Gepiep en geratel vult het lokaal van het Nationaal Schaakgebouw aan de Van Speijkstraat in Den Haag. Toch vindt er een heuse competitiewedstrijd schaken plaats. Doorgaans is bij dat soort ontmoetingen absolute stilte geboden. Nu heerst er ook een wat lacherig sfeertje onder de anders toch doodserieuze schakers.

De oorzaak van het wat afwijkende gedrag van de denksporters moeten we zoeken bij het bezoekende team, dat zich heeft getooid met de naam ROM'84. Non-playing captain van de ploeg is Jan Louwman, zijn spelers zijn allemaal computers.

ROM'84 speelt een aantal wedstrijden tegen menselijke schaakteams uit de eerste klasse van de Haagse Schaakbond. De eerste resultaten zijn succesvol voor de computers, een volgende competitie zullen ze ongetwijfeld hoger worden ingeschaald.

De enige handicap van de overigens onverstoerbare apparaten is hun storingsgevoeligheid. Weliswaar heeft Louwman een aantal bedieners ervoor opgeleid, maar het komt toch nog vrij vaak voor dat hij moet optreden om de zaak weer aan de gang te krijgen. Overigens kan tegen deze 'schakers' onbepaald worden gekletst tijdens de partij, men mag ze met sigarenwalm bestoken en ...ze hoeven geen consumpties...

meer dan drie of vier ronden. Wij draaien rustig een volledige competitie.'

Volgens Louwman is het niveau van de Nederlandse programmeur goed: 'Als er een Europees kampioenschap van amateurprogramma's werd gespeeld, zou Nederland erg goed tevoorschijn komen.'

In september wordt in Amsterdam het wereldkampioenschap voor micro's georganiseerd, gesponsord door het World Trade Center. Hier mogen alleen computers aan meedoen die op tafel kunnen staan. Een wereldkampioenschap waar ook on-line-computers bij worden toegelaten, vindt om de drie jaar plaats.

Personal computers

In menig Nederlands huisgezin is de personal computer een vertrouwd apparaat geworden. Er bestaan ook wel schaakprogramma's voor deze personals, maar qua spelniveau staan die nog in de kinderschoenen, vergeleken bij de gespecialiseerde schaakcomputers. Louwman: 'Daar zijn twee redenen voor. Een goed schaakprogramma is duur. Ik schat dat op een miljoen, anderhalf miljoen gulden. Als je dat in modules gaat maken, kopieert iedereen het. Er is niets in te verdienen. Dat is een heel belangrijk punt. Als je 50.000 Super Constellations verkoopt, heb je het er wél uit. Punt twee is dat in schaakcomputers de hardware is aangepast aan schaakprogramma's. Personals zijn over het algemeen langzaam.'

Hierboven kwam al even een sociaal aspect van de schaakcomputer ter sprake. Interessant is natuurlijk ook de vraag wat de consequenties zullen zijn voor het schaken in het algemeen. Volgens Louwman gaat het niveau van de gemiddelde thuisschaker er in ieder geval door omhoog. 'Mijn schaakpeil is er door achteruit gegaan. Maar dat is niet zo representatief. Ik word er gemakzuchtig van, bepaalde problemen ga ik niet zelf oplossen, dat laat ik de computer doen. Maar ik heb in 1981 eens een onderzoekje gedaan met zes dames die net de AVRO-cursus hadden gedaan. Drie van hen heb ik daarna een schaakcomputer gegeven. En toen heb ik drie maanden later gekeken wat er was gebeurd. Die met de computers waren veel sterker geworden dan de andere drie. Ze speelden elke dag, en ze zagen wat ze fout deden. Ik praat nu niet over de 35.000 clubschakers in Nederland, maar over een miljoen mensen die op een wat lager niveau spelen. Die leren een heleboel van de computer.'

Van den Herik voorspelt in zijn proefschrift dat de toekomstige grootmeester een eigen computer zal bezitten waarmee hij zijn openingsbibliotheek bijhoudt en nieuwtjes uitprobeert alvorens ze in de praktijk te brengen. Louwman weet dat ook de huidige grootmeesters er al mee werken: 'De meesten zullen het niet toegeven. Maar ik weet dat Bronstein ze voor analyses gebruikt. Bepaalde dingen kun je ze laten uitzoeken.' □

Goedkope schaakcomputers voor TW-lezers

Eind vorig jaar nam de Koninklijke Nederlandse Schaak Bond het initiatief om haar leden een aantal van de beste schaakcomputers aan te bieden tegen een prijs die in sommige gevallen ver beneden de winkelprijs ligt.

Ter gelegenheid van het thema van het coververhaal van dit nummer van Toegepaste Wetenschap mogen wij voor onze lezers op dit initiatief inhaken. Hieronder geven wij een overzicht van de schaakcomputers die de TW-lezer op deze wijze op voordelige wijze kan aanschaffen.

Wie een schaakcomputer wenst te bestellen, dient het genoemde bedrag over te maken op postgirorekening 9707, ten name van de KNSB te Amsterdam, onder vermelding van het gewenste type en met als extra vermelding Toegepaste Wetenschap. Dit laatste is nodig omdat normaliter alleen KNSB-leden in aanmerking komen voor deze aanbieding. Na ontvangst van het geld zal de levering doorgaans binnen 48 uur plaats vinden.

merk	winkelprijs	KNSB-prijs	Elo-rating
Private Line	f 2199	f 1549	1970
Playmatic S	f 1399	f 1099	1820
Super Constellation	f 998	f 913	1970
printer voor Super Constellation	f 398	f 363	
kwartsklok voor Constellation	f 298	f 258	
Novag Constellation (3,6 Mhz)	f 698	f 640	1880
Multitech Enterprise	f 299	f 259	1700

Hierbij kan nog worden vermeld dat de twee eerstgenoemde schaakcomputers exclusief door de KNSB worden verkocht. De winkelprijzen hiervan zijn geschatte bedragen. De vermelde Elo-rating geldt voor partijen met de normale speelduur van veertig zetten in twee uur.

In bijgaand verhaal wordt al uitgelegd dat Elo een puntenwaardering is voor schakers, vastgesteld aan de hand van hun prestaties. Beginnelingen zitten zo rond de 1200, vervolgens kunnen amateurs in oplopende sterkte worden getaxeerd tot Elo 1800. Hoofdklassers in Nederland hebben meestal een rating tussen de 2000 en 2200, FIDE-meesters tussen de 2200 en 2400, internationale meesters tussen de 2400 en 2500, internationale grootmeesters tussen de 2500 en 2600, terwijl de wereldkampioen en kandidaten voor het wereldkampioenschap daar weer boven zitten.

Hieronder nog een beeld van de wedstrijd van het team ROM '84 waarin een aantal van de genoemde computers furore maken (foto Stokvis).



TNO Magazine (1985): Hoe intelligent wordt de schaakcomputer van de toekomst? Ziet u het ook? De tweede persoon linksonder op de foto is Frans Morsch!
Internet: <http://chessprogramming.wikispaces.com/Frans+Morsch>