

INFORMATIE en KENNIS
rond
PATROON en ZIEKTEBEELD

*Rede, uitgesproken bij de aanvaarding van de functie van hoogleraar in de
Faculteit der Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen van de Erasmus
Universiteit te Rotterdam, met de leeropdracht medische informatica, op donderdag
28 april 1988*

door Prof. Dr. Ir. J.H. van Bommel

INFORMATIE en KENNIS
rond
PATROON en ZIEKTEBEELD

Het is verleidelijk, als men bijna 25 jaar heeft mogen meewerken aan het wetenschappelijk onderzoek in de geneeskunde - waarvan meer dan 15 jaar binnen de muren van de universiteit -, terug te kijken en een overzicht te bieden van de voorbije ontwikkelingen. Ik had reeds eerder het voorrecht een analyse te mogen geven van het onderzoek binnen de medische informatica bij mijn intrede aan de Vrije Universiteit in 1973. Het onderwerp betrof toen "leren, kennen en herkennen" van medische informatie met behulp van de computer¹. Dit onderwerp is juist nu actueel door de beweringen vanuit de kunstmatige intelligentie^{2,3,4}. Zo dadelijk kom ik daarop terug.

Vandaag wil ik uw aandacht vragen voor een bespreking van mogelijke ontwikkelingen en uitdagingen in de komende vijf tot tien jaar. Omdat de medische informatica methodologisch bezig wil zijn ten behoeve van alle specialismen, zullen wij aan de hand van voorbeelden uit ons huidige onderzoek enkele algemeen geldende principes voor het onderzoek vanuit ons vakgebied belichten.

Ter illustratie maken wij gebruik van een eerder door ons ontwikkeld schema^{5,6}. Daarin laten zich in principe alle toepassingen van de medische informatica rangschikken. Eerst bespreken wij het globaal.

globaal schema van toepassingen

Het schema stelt een gebouw voor van zes étages of niveaus. Van beneden naar boven gaande worden de toepassingen van computers meer gecompliceerd en ook meer afhankelijk van de mens. Wij kunnen zeggen, dat de aard van onze kennis verandert, als we van beneden naar boven klimmen.

- Op de onderste verdieping bevinden zich de ingang en uitgang van het gebouw, de in- en uitvoerapparatuur voor de systemen op alle andere niveaus. Daar vindt ook de communicatie plaats door middel van net-

werken⁷, een terrein dat wel wordt aangeduid met telematica.

- Het tweede niveau wordt in beslag genomen door de vastlegging van medische gegevens in computerbestanden. Het is de plaats waar we ziekenhuis-informatiesystemen⁸ aantreffen en afdelingsgebonden⁹ of extramurale informatiesystemen¹⁰.
- Op de derde étage worden de op de onderste niveaus ingevoerde en opgeslagen gegevens geanalyseerd. Daar vinden we onder meer laboratorium-automatisering¹¹, computer tomografie¹² en systemen voor functie-onderzoek¹³.
- Het herkennen van beelden¹⁴ en signalen¹⁵, alsmede computer-ondersteunde diagnostiek^{16,17} wordt bestudeerd op het vierde niveau. Het blijkt dat de mens-afhankelijkheid hier aanzienlijk is. Hier bevinden zich systemen voor patroon-interpretatie¹⁸ en expert systemen¹⁹.
- De mens-afhankelijkheid is nog groter op het vijfde niveau, waar wij de therapeutische toepassingen van computers aantreffen. Hier vinden wij systemen voor farmaco-therapeutische ondersteuning²⁰, voor radiotherapie-planning²¹ en voor computer-gestuurde patiëntbewaking²².
- Op de bovenste étage wordt medisch-wetenschappelijk onderzoek ondersteund door modellen²³. Daar wordt research verricht ten dienste van de toepassingen op de lager gelegen niveaus.

hoofdpijnen van onderzoek

De vakgroep medische informatica verricht, in samenwerking met zuster-vakgroepen in de faculteit, de kliniek en elders, onderzoek langs een drietal hoofdpijnen waarbinnen projecten worden gekozen. Deze hoofdpijnen laten zich als volgt omschrijven:

1. medische informatiesystemen (niveaus 1 en 2)
2. patrooninterpretatie (niveaus 3 en 4)
3. kennisverwerking (niveaus 4 en 5)

De onderlinge samenhang tussen deze hoofdpijnen kan het best worden

gekaracteriseerd door de woorden integratie en interpretatie. Het gaat immers om integratie van medische informatie en de interpretatie daarvan ten behoeve van onderzoek, patiëntenzorg en onderwijs.

Wij zullen bij elk van de genoemde hoofdpijnen kort stilstaan en ons afvragen welke informatie en kennis nodig zijn voor de integratie van de systemen en de interpretatie van medische gegevens, signalen, patronen en (ziekte)beelden. Wij zullen daarna ook kort aandacht geven aan een vierde punt:

4. onderwijs medische informatica

Het onderwijs wordt gevoed door het onderzoek, dat op de verschillende niveaus plaatsvindt en wordt gegeven aan zowel studenten geneeskunde als studenten informatica. Ook aan het post-academisch onderwijs draagt de medische informatica bij.

1. MEDISCHE INFORMATIESYSTEMEN

De geneeskunde kan niet bestaan zonder informatie en communicatie. Met de komst van de netwerktechnologie ontkomen wij er niet aan om onderzoek te verrichten op het gebied van communicatie en registratie in de gezondheidszorg. Wij denken daarbij met name aan onderzoek naar:

- betrouwbaarheid en volledigheid van medische gegevens²⁴,
- standaardisatie van medische nomenclatuur²⁵,
- protocollen voor de uitwisseling van medische gegevens²⁶,
- interactie tussen gebruikers en informatiesystemen²⁷,
- beveiliging van gegevens en privacy van patiënten, artsen en verpleegkundigen²⁸.

Onderzoek van deze aard, waarmee wij ons in de vakgroep bezighouden, is gericht op de integratie van deze componenten in medische informatiesystemen. Wij geven daarvan enkele voorbeelden. Het eerste is uit de extramurale-, het tweede uit de intramurale sfeer.

- huisartsen-informatiesystemen

Gedurende de laatste vijf jaar is er binnen de huisartsgeneeskunde een snelle ontwikkeling geweest van de informatisering. In tegenstelling tot tal van andere landen hebben de nederlandse huisartsen zich veel inspanning getroost om naast de administratieve automatisering de computer-registratie van de meest wezenlijke gegevens te realiseren: het medisch dossier. Onze vakgroep heeft zich hiermee intensief beziggehouden, samen met onder anderen de collega's Cromme en Spreuwenberg. Het resultaat hiervan is een systeem geworden voor de ondersteuning van praktijk en research in de huisartsgeneeskunde, dat alle belangrijke functies in zich bergt²⁹. Het systeem bevat modules voor de codering van observaties en diagnoses, voor beslissings-ondersteuning bij het voorschrijven van therapie en voor de evaluatie van het medisch handelen in de huisartsenpraktijk, naast mogelijkheden voor communicatie met collega's in en buiten de kliniek.

Deze ontwikkeling is nog niet ten einde. Integendeel; er is nog een lange weg te gaan vooraleer het gestelde van de Structuurnota Gezondheidszorg van 1974³⁰ is gerealiseerd, nl. dat medische gegevens op gestandaardiseerde wijze moeten kunnen worden geïnterpreteerd over het gehele gebied van de gezondheidszorg. De eenvormigheid in de interpretatie van gegevens in het medisch dossier is belangrijk voor de kwaliteit van de zorg, waarbij de computer ondersteuning kan bieden. De studie, waarop Martien Quaak binnenkort zal promoveren, zal met name handelen over de inter- en intra-observer variabiliteit bij de interpretatie van gegevens in het medisch dossier³¹. Een bijzonderheid bij dit onderzoek was, dat gecomputeriseerde anamneses onderling werden vergeleken, enerzijds ingevuld door internisten, anderzijds door de patiënt zelf, gezeten achter een terminal. Uit dit onderzoek blijkt, dat de onderlinge overeenkomst tussen internisten bij de interpretatie van medische gegevens niet al te hoog was: slechts 32%³². De intra-observer overeenkomst was ongeveer 50%.

Onze vakgroep neemt zich voor om samen met de collega's van het

huisartsen-instituut, de kliniek en huisartsenpraktijken in het land, het onderzoek op dit terrein krachtig voort te zetten. In dit verband zien wij met vertrouwen uit, niet slechts naar bemoedigende woorden, maar ook naar daadwerkelijke steun van de zijde van het Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur. Het is immers dit Ministerie ernst met het stroomlijnen van de communicatie in de gezondheidszorg, gezien het gestelde in de Nota 2000³³.

Het tweede onderzoek, dat op de onderste twee niveaus van ons schema wordt uitgevoerd, betreft de methodologie van het ontwikkelen van medische informatiesystemen, met name voor de kliniek.

- vierde-generatie informatiesystemen

In de afgelopen tien jaar heeft onze vakgroep uitvoerige ervaring opgedaan met de ontwikkeling van (delen van) medische informatiesystemen in de kliniek en daarbuiten. Voorbeelden van ontwikkelde medische informatiesystemen zijn onder meer systemen voor de neonatologie³⁴, intensieve bewaking³⁵, de ziekenhuis-apotheek³⁶, de anamnese inwendige geneeskunde³⁷, het medisch onderwijs³⁸ en de al genoemde huisartsgeneeskunde.

Omdat de hoofdelementen van zulke systemen in alle toepassingen terugkeren, hebben wij onderzoek verricht naar de algemene componenten daarin en de realisatie daarvan met behulp van zogenaamde vierde-generatie software³⁹. Deze software ondersteunt de bouw, de documentatie en het onderhoud van medische informatiesystemen en wordt wel betiteld als "het programmeren van de programmering". Het bevat componenten voor het vastleggen van medische gegevens in een relationele data base, voor interactie met de gebruiker en voor het terugzoeken van gegevens met behulp van een query taal.

In de komende jaren zal het onderzoek zich richten op de verdere integratie van deze met vierde-generatie software ontwikkelde systemen met onder meer ziekenhuis-informatiesystemen. Op dat laatste gebied

liggen nog tal van uitdagingen in het verschiet, zeker wanneer de ziekenhuis-informatiesystemen van nu zullen evolueren naar de gedistribueerde systemen of ziekenhuis-informatienetwerken⁴⁰ van morgen. Onze vakgroep neemt zich voor om, samen met de collega's in het eigen Academisch Ziekenhuis en de collega's van de Rijksuniversiteit te Leiden, dit onderzoek actief te bevorderen. Wij zullen dit onder meer doen in het kader van de ontwikkeling van een geïntegreerd medisch werkstation⁴¹, bedoeld voor de arts-onderzoeker, die op een eenduidige manier wenst te communiceren met computers en programma-pakketten.

conclusie

Het onderzoek op de onderste twee niveaus van ons schema zal zich vooral richten op:

- De integratie van de mogelijkheden die de informatica ons biedt voor de ondersteuning van de patiëntenzorg, het wetenschappelijk onderzoek en de evaluatie van het medisch handelen.
- Het verschaffen van methoden en systemen voor het construeren, onderhouden en aanpassen van medische informatiesystemen.
- De communicatie binnen en tussen de verschillende echelons in de gezondheidszorg.

Na deze korte bespreking van onderzoek en ontwikkeling op het gebied van de medische informatiesystemen, klimmen wij verder naar boven in het schematische bouwwerk.

3. PATROONINTERPRETATIE

Over de methodologie op het gebied van de herkenning van patronen is verhandeld door mijn collega Gelsema⁴². Daarover kan ik dus zeer kort zijn en slechts enkele opmerkingen maken in het voorbijgaan.

Ook hier streven wij er naar, om in ons vakgebied ons vooral met algemene principes bezig te houden, die toepasbaar zijn voor verschillende probleem-

gebieden in de geneeskunde. Het is gebleken, dat patrooninterpretatie van centraal belang is voor de klassificatie van objecten van velerlei aard, zoals signalen, beelden⁴³ en ziektebeelden⁴⁴.

conclusie

Zoals uit het door Gelsema gegeven overzicht reeds bleek, zal de spits van het onderzoek op de middelste niveaus van ons schema zich met name richten op de volgende aspecten:

- Het verzamelen van goed gedocumenteerde bestanden van medische gegevens, beelden en signalen, teneinde via leer- en testpopulaties tot klassificatie te kunnen geraken.
- Het ontwikkelen van methoden voor de interpretatie van onvolledige en niet geheel betrouwbare bestanden van medische gegevens.
- De integratie van methoden voor patrooninterpretatie en kunstmatige intelligentie, teneinde de beste strategieën van beide velden van onderzoek te kunnen combineren.

De interpretatie van patronen, ontleend aan medische objecten of processen, levert vaak aanzienlijke problemen op. Dat komt enerzijds door de altijd aanwezige variabiliteit, anderzijds door het feit dat medische gegevens niet zelden onvolledig, verstoord en niet geheel betrouwbaar zijn⁴⁵. Dit tezamen is de oorzaak van de vaak grote inter- en intra-observer variabiliteit, waarover wij reeds eerder spraken.

Ik wil deze variabiliteit als thema nemen voor de illustratie van problemen, die wij met name op het vierde en vijfde niveau van ons schema ontmoeten bij het verkrijgen en verwerken van kennis.

3. KENNISVERWERKING

Naast informatieverwerking worden computers ook benut voor het verwerken van kennis. Een onderwerp, waarmee de vakgroep zich reeds geruime tijd bezighoudt, is de interpretatie van het electrocardiogram⁴⁶, een onderwerp dat

zover is uitgekristalliseerd, dat wij ons daarbinnen nu in hoofdzaak op het probleem van de kennisverwerving en de kennisverwerking toeleegen. Daarover gaat het volgende.

- interpretatie van het electrocardiogram

Een van de basisproblemen bij de herkenning van de verschillende complexen in een ECG is de segmentatie van het signaal door de schatting van begin- en eindpunten van de P-golf, het QRS-complex en de T-golf. Omdat er geen ECG-onafhankelijke criteria bestaan, waarop men deze segmentatie kan baseren, maakten wij al in de zeventiger jaren gebruik van de menselijke expert als referentie voor patroonherkenningsmethoden⁴⁷. Het was in die tijd vooral de expertise van het cardiologisch team van het St Antonius Ziekenhuis in Utrecht, en met name die van collega Van Herpen, die de basis vormde voor het optimaliseren van de methoden.

Een principe in dit soort onderzoek is, uit te gaan van goed-gedocumenteerde leer- of trainingspopulaties om daarmee de methoden voor de herkenning van de signaalpatronen te ontwikkelen. De benodigde kennis zit hier verborgen, enerzijds in de aard en samenstelling van de populatie, anderzijds in het goed-gedocumenteerd zijn daarvan. De uitkomsten van een leerpopulatie kunnen echter ge-biased zijn, zodat altijd onafhankelijke evaluatie nodig is met een testpopulatie.

De methode die wij ontwikkelden voor de interpretatie van het ECG werd uitvoerig beschreven in het proefschrift van Talmon⁴⁸. Inmiddels heeft Kors de methode aangevuld en uitgebreid voor een situatie waarin alle ECG's simultaan worden geregistreerd⁴⁹.

- evaluatie van kennis

Er bestaan op de wereld omstreeks 15 systemen voor de computer-interpretatie van het ECG. Binnen het Europese project CSE (Common Standards for quantitative Electrocardiography), waarbij

onze vakgroep nauw is betrokken en dat wordt gecoördineerd door mijn collega Willems uit Leuven, werden al deze systemen in een eerste fase geëvalueerd door middel van een onafhankelijke testpopulatie.

In CSE vroegen wij een vijftal cardiologen, uit verschillende landen afkomstig, de begin- en eindpunten te herkennen in 15 afleidingen van 300 ECG's, waarvan sommige tweemaal. Dat betekende per cardioloog het herkennen van omstreeks 15.000 begin- of eindpunten in de testpopulatie. Uit deze verzameling werden de inter- en intra-observer variabiliteit bepaald. Als de inter-observer variabiliteit te groot was, dan werd het betreffende ECG opnieuw ter beoordeling aan alle vijf aangeboden, nu met feedback van de eerder verkregen meetwaarden. Die resultaten kreeg men anoniem onder ogen en wij volgden hierin een enigszins aangepaste Delphi-methode⁵⁰. In totaal waren vier feedback-ronden nodig, maar zelfs toen was in een aantal gevallen het resultaat van de vijf experts niet eenduidig, omdat ze het niet eens konden worden over een bepaald percentage van de aan hen voorgelegde ECG's⁵¹.

Dit voorbeeld schetst een van de hoofdproblemen, waarvoor we worden gesteld bij de interpretatie van medische informatie en de computer-ondersteuning van diagnostiek en therapie, wat niet alleen binnen de cardiologie, maar ook binnen verschillende andere specialismen werd bevestigd⁵². Als we computers gebruiken, dan zal er tenminste een algemeen geaccepteerd referentiekader nodig zijn. Het blijkt echter, dat er in vele gevallen eerder een spectrum van interpretaties bestaat, dan een scherp gedefinieerde referentie. Bij het ontwikkelen en het onderhouden van kennisbestanden is dit probleem dermate cruciaal, dat wij daaraan een belangrijk deel van ons onderzoek wijden.

De hamvraag is uiteraard, hoe de interpretatiesystemen het er vanaf brengen in vergelijking met de menselijke experts. In CSE is dat uitgezocht. Als "waarheid" werd de mediaan genomen van de vijf

menselijke experts en daarmee werden de resultaten van de 15 ECG-interpretatiesystemen vergeleken. Het bleek, dat de mediaan van de 15 systemen die van de experts beter benaderde, dan enig individueel interpretatiesysteem, maar dat er groot onderling verschil was in de kwaliteit en de stabiliteit van de systemen. Het blijkt, dat ook de vergelijkingen tussen diagnostische uitspraken van experts onderling en van interpretatiesystemen onderling eveneens grote verschillen vertonen.

In onze vakgroep vindt nog een aantal andere projecten plaats, die met kennisverwerving en kennisverwerking van doen hebben. Bij wijze van intermezzo wil ik op enkele wijsgerige aspecten van dit onderzoek ingaan en daarbij mijn persoonlijke visie op de relatie tussen mens en computer aan de orde stellen.

intermezzo: MENS EN COMPUTER

Steeds meer zullen artsen van computers gebruik maken voor het ondersteunen van de patiëntenzorg en de evaluatie van hun eigen handelen. Ik gaf daarvan enkele voorbeelden. Daarbij zal niet alleen informatie worden opgeslagen in een computer teneinde deze later op te vragen, maar men zal ook kennis willen raadplegen om de eigen mening te verifiëren, om onzekerheid weg te nemen, of om kennis op te halen danwel uit te breiden. De vraag is nu, hoe zulke kennis kan worden geïntegreerd in de medische praktijk, zonder inbreuk te doen op de essentie van de patiëntenzorg. Men mag immers niet redelijkerwijze verwachten dat een arts, na tien minuten te hebben besteed aan een consult, vervolgens een kwartier of langer achter een computer-terminal gaat plaatsnemen om tot een diagnose en een verantwoorde therapie te komen. Behalve de factor tijd speelt hier ook het aspect verantwoordelijkheid. Wie draagt de eindverantwoordelijkheid voor een diagnose die mede of zelfs grotendeels door hulp van een computer tot stand komt⁵³? In hoeverre kan en mag men medische kennis aan een computer overdragen?

In de medische informatica stapelen de juridische en ethische vragen zich op, als men gaat nadenken over de plaats van de mens - d.w.z. de arts, de

verpleegkundige, de patiënt enz. - en die van de computer. Zullen de computer-programma's ter ondersteuning van de diagnostiek in de toekomst tot steeds meer in staat zijn, of zijn er principiële grenzen? Ook om deze vraag kunnen we niet heen en het is met name de wijsgerige doordinking van de grondslagen en de zin van ons vakgebied die daarbij noodzakelijk is.

Daarover na te denken is niet alleen belangrijk voor de medische praktijk, maar ook voor de richting van het onderzoek en de invulling van het onderwjs. Het schema van de zes niveaus is mede om die reden geconcipieerd. Ik mag niet verhele dat het schema stoelt op een visie op de relatie tussen mens en machine die ik wezenlijk acht voor de plaats van de computer in de geneeskunde. Een computer vergt immers een vergaande formalisering van ons denken⁵⁴, die haaks kan staan op het informele contact tussen arts en patiënt.

Zoals we zagen, proberen wij in het schema recht te doen aan de eigen aard van de verschillende toepassingen door ze een niveau toe te kennen, dat hoger wordt naarmate meer inzicht wordt gevergd en wij meer afhankelijk zijn van inbreng van de mens, in casu te maken hebben met arts en patiënt. De ontwikkeling van een dergelijk schema gaat niet zonder hulp van een wijsgerige analyse. Met dankbaarheid vermeld ik hier de wijsgerige scholing die ik heb gehad van Van Riessen⁵⁵, die reeds in mijn Delftse jaren, maar ook later aan de Vrije Universiteit, mij enorm heeft gestimuleerd bij de doordinking van dit soort ordeningsvraagstukken. Ik ben verheugd dat onze faculteit een interfacultaire werkgroep heeft ingesteld die zich met medisch-filosofische vragen gaat bezighouden.

Door alle eeuwen heen is de vraag over de plaats van de mens in de werkelijkheid waarin hij leeft centraal geweest in de wijsbegeerte. Ik ben zelf zeer onder de indruk van Blaise Pascal, die leefde in een tijd dat er nog eenheid in de wetenschappen kon zijn. Hij kon als wiskundige tegelijkertijd fysicus, theoloog en wijsgeer zijn. Behalve wat ik reeds noemde, was Pascal ook de uitvinder van een van de eerste rekenmachines⁵⁶. Ook hij ontkwam er niet aan toen reeds na te denken over de aard van de rekenmachine tegenover levende wezens. In een van zijn Pensées (nr 340) drukt hij dit als volgt uit⁵⁷:

La machine d'arithmétique fait des effets qui approchent plus de la pensée que tout ce que font les animaux; mais elle ne fait rien qui puisse faire dire qu'elle a de la volonté, comme les animaux.

Pascal was onder de indruk van zowel de mogelijkheden als de eindigheid van de mens. In onze tijd, waarin - onder stimulering van ontwikkelingen in de zgn. kunstmatige intelligentie - over de vergelijking tussen het denken van de computer en de mens wordt gesproken, is het opnieuw van belang de beroemde uitspraak van Pascal in gedachten te houden (Pensée 347):

L'homme n'est qu'un roseau, le plus faible de la nature; mais c'est un roseau pensant.

Pascal wist zich in zijn kennen en kunnen zowel een denkend wonder, als kwetsbaar (zie Pensées 365⁵⁸ en 434⁵⁹) en van God afhankelijk (men zie onder meer zijn *Mémorial*⁶⁰). Ik meen dat deze houding van groot belang is voor de wetenschap van onze dagen. Deze houding heeft mij altijd zeer aangesproken in mijn jaren aan de Vrije Universiteit, die stelt dat het in wetenschap en onderwijs gaat om het dienen van God en de naaste⁶¹, een opdracht die ik evenzeer hoop te vervullen aan deze Universiteit, die in de voetsporen van Erasmus wil treden. Ook Erasmus, een uiterst tolerant mens met betrekking tot geloven en kennen, heeft meermalen tot uitdrukking gebracht, dat het hoogste wat een mens in zijn leven en werken kan bereiken de *Imitatio Christi* is^{62,63}. Aardig is dat ook Erasmus, een eeuw voor Pascal, zich onbedoeld met de computer heeft bezig gehouden, toen hij sprak over de *thesaurus* van ons geheugen. Heel actueel is dat naar zijn mening voor een goede thesaurus intellectus, ordo en cura (inzicht, ordening en zorg) nodig zijn⁶⁴.

Het lijkt een hele sprong, van deze persoonlijke gedachten terug te gaan naar het onderwerp: de plaats van mens en computer in de geneeskunde. Die sprong is evenwel niet zo groot, omdat in de houding van de arts en de onderzoeker in de geneeskunde het dienen van de medemens ligt opgesloten. Bij een exact vakgebied als het onze, is het derhalve zaak er op te blijven letten dat niet de machine, maar de mens deze dienst uitmaakt en vervult.

Bij het ontwikkelen van informatiesystemen moeten wij ons dan ook voortdurend afvragen, of de producten die dit oplevert, van de gebruiker niet slechts een verlengstuk van het systeem maken, in plaats van omgekeerd. Bij het verrichten van onderzoek zullen wij ervoor moeten waken dat niet door een te ver doorgevoerde abstractie - die eigen is aan het gebruik van de computer - het zicht op het geheel, in casu de patiënt, wordt verloren. Het gevaar dreigt, dat door gebruik van de computer de mens niet langer als levend wezen wordt gezien ("qui a de la volonté"), maar slechts wordt gerepresenteerd door getallen en symbolen in een computer opgeslagen. Bij het gebruik van de computer voor het ondersteunen van diagnostiek en therapie zullen wij er derhalve wijs aan doen niet de arts een computer-diagnose op te leggen, maar hem de gelegenheid te geven een computer-uitspraak te consulteren, alleen als hij dat wenst. Dat vraagt van ons vakgebied een aanzienlijk grotere inspanning, dan alleen maar het ontwikkelen van methoden of het maken van een informatiesysteem. Het vergt van ons dat wij ons verdiepen in de essentie van de medische vraagstelling. Dat kan niet anders plaatsvinden dan in het kader van multidisciplinair onderzoek, samen met de collega's van afdelingen in het ziekenhuis en daarbuiten.

- formaliseren van kennis

Het formaliseren en raadplegen van kennis doen wij heden ten dage niet alleen door middel van logische en statistische methoden, maar ook in de vorm van kennisbestanden. Het onderzoek van Johan van der Lei, die hierin nauw samenwerkt met Mark Musen van Stanford University, richt zich op het formaliseren van kennis omtrent de behandeling van hypertensie⁶⁵, die geïntegreerd dient te worden met een medisch informatiesysteem, zoals wij dat op de onderste niveaus van ons gebouw reeds tegenkwamen. Een dergelijke aanpak wordt ook gevolgd door Wilfried Boon ten aanzien van het ontwikkelen van methoden en informatiesystemen voor het voorschrijven van geneesmiddelen en ter ondersteuning van de huisarts. Onderzoek als dit sluit fraai aan bij de doelstellingen van de klinische beslissonde, recentelijk opgericht aan onze faculteit.

Een geheel andere werkwijze is die, waarbij men tracht het raadplegen

van kennis van de arts te ondersteunen door hem op het juiste ogenblik de gewenste informatie aan te bieden. Met name het onderzoek van Astrid van Ginneken aan een medisch-encyclopedisch werkstation is daarvan een goed voorbeeld, dat onder leiding van collega Arnold Smeulders samen met collega Jan Baak wordt uitgevoerd. Zoals uit de literatuur van de afgelopen jaren blijkt is er nog een lange weg te gaan, vooraleer goed geëvalueerde kennisverwerkende systemen hun intrede in de medische praktijk zullen hebben gedaan⁶⁶. Ik hoef slechts te verwijzen naar een klassiek geworden artikel over de evaluatie van het expert systeem INTERNIST⁶⁷.

conclusie

Het onderzoek op de bovenste niveaus zal zich in de komende jaren vooral richten op de volgende aspecten:

- Het verwerven en verwerken van kennis ter ondersteuning van diagnostiek en therapie behoort tot het hart van de geneeskunde. Een centraal probleem in dit onderzoek is het formeel vastleggen van kennis, afkomstig van verschillende bronnen en experts.
- Methoden voor het raadplegen van kennis zullen moeten worden geïntegreerd met medische informatiesystemen. Hier ligt een grote uitdaging voor de komende jaren.
- De evaluatie en het onderhoud van systemen, die de arts ondersteunen in zijn handelen, zal een steeds belangrijker veld van aandacht worden, niet in het minst vanwege de juridische en ethische componenten.
- Bij de ontwikkeling van alle methoden en systemen zal bewust moeten worden nagegaan, of de mens niet slechts wordt gereduceerd tot een stukje van een complex systeem. Met name in de geneeskunde dienen wij ons van dit gevaar bewust te zijn.

Sommigen zullen tot hun geruststelling, anderen tot hun verbazing, inmiddels bemerkt hebben dat de twee nieuw aangetreden hoogleraren in de medische informatica, zowel gewoon als bijzonder zijn. Zij stellen zich voor gewoon hun vak te beoefenen, maar daarnaast ook bijzonder geïnteresseerd te blijven in de

grondslagen en de zin van hun onderzoek en onderwijs. Over dat laatste nog het volgende.

4. ONDERWIJS

In het afgelopen decennium mochten wij onderwijs geven aan zowel studenten geneeskunde als studenten informatica⁶⁸. Met beide groepen hebben wij in het verleden meestal zeer intensief contact gehad. Wij achten het als vakgroep onze taak en roeping iets van het enthousiasme over te brengen, dat ons in ons onderzoek bezielt. Wij hopen daarin de banden met de Vrije Universiteit niet te doorbreken en kijken met veel genoegen uit naar de geïntensiverde samenwerking met de zuster-afdeling aan de Rijksuniversiteit te Leiden, waarvan collega Bakker de aanvoerder is. Wij prijzen ons gelukkig, dat niet minder goede banden bestaan met de zuster-vakgroep aan de Rijksuniversiteit Limburg, waarheen collega Hasman enkele jaren geleden de overstap maakte vanuit onze vakgroep. Over de inhoud van ons onderwijs kan ik nu niet veel te berde brengen; recentelijk is een uitvoerige onderbouwing van het onderwijs in de medische informatica gegeven in een rapport van de Commissie Geneeskunde van de KNAW⁶⁹. Veel van wat daarin staat hopen wij de komende jaren in praktijk te brengen aan onze faculteit.

AFSLUITENDE OPMERKINGEN

Ik kom nu toe aan het maken van een aantal afsluitende opmerkingen, die ik voor het merendeel namens beiden wil uitspreken. Daarbij wil ik beginnen met de categorie, die meestal als laatste wordt genoemd: de studenten. Dames en heren studenten - als u tenminste zo genoemd wilt worden -, u hebt de stoot gegeven tot de oprichting van de Vakgroep Medische Informatica aan de Faculteit der Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen. Dat is heel bijzonder, zeker als men bedenkt, dat het curriculum almaar voller wordt. Het is daarbij de niet-aflatende ijver van collega Jan Grashuis geweest, die als apostel van de medische informatica onder het uitdragen van de Amsterdamse boodschap met vele collega's van andere afdelingen in onze faculteit, het onderwijs vorm

heeft gegeven. Zoiets blijkt dus, ondanks TFS¹, TVC² en SKG³, nog steeds te kunnen.

De medewerkers van de vakgroep medische informatica hebben in het afgelopen jaar veel veranderingen meegemaakt. De oprichting en inrichting van de vakgroep had alles weg van een orgaantransplantatie. Gelukkig is er inmiddels zoveel bekend geworden over immunologische verschijnselen rond acceptatie en afstoting van organen, dat de operatie als succesvol mag worden beschouwd. Er blijven nog allerlei shunts bestaan met het donororgaan, waarover ik reeds gewaagde. Wij zijn uiterst gelukkig met de collegiale en vriendschappelijke sfeer, die er in de vakgroep heerst. Hoewel de presentatie van deze redes een "two men show" lijkt, moet het voor ieder duidelijk zijn, dat er een hecht team van levende mensen achter ons staat, die de computer niet zien als doel, maar als middel van hun onderzoek en onderwijs. Ik ben er zeer verheugd over dat collega Gelsema vanaf heden mede de toga van de verantwoordelijkheid draagt. Edzard, er is alle reden om ook de uitdagingen van de komende jaren gezamenlijk aan te gaan.

Reeds lang voordat wij de steven wendden naar de Rotterdamse Faculteit mochten wij ons verheugen in vele contacten met de collega's in deze Faculteit. Met velen van u hebben wij inmiddels werkverbanden mogen leggen. Dat zijn er inmiddels zoveel, dat het gevaar aanwezig is bij een opsomming namen te vergeten. Wij hopen tijdens de officiële opening van de afdeling hieraan meer uitvoerig aandacht te geven. Wij stellen ons veel voor van de voortzetting van de samenwerking.

Het Bestuur van de Faculteit der Geneeskunde en Gezondheidszorg heeft zich bijzonder beijverd de vakgroep medische informatica, midden in een ingrijpende SKG-operatie, van de grond te tillen. Dat dit gelukt is, mogen de dagen van heden en morgen bewijzen. Daarvoor zeggen wij het Bestuur dank. Onze dank

¹ TFS: Wet op de Twee-fasen structuur

² Taakverdeling en Concentratie

³ Selektieve Krimp en Groei

gaat niet minder uit naar het College van Bestuur, dat op een kabellengte afstand voor Faculteit en Vakgroep tot grote steun is geweest bij het realiseren van de plannen. Er is nog een aantal kleinigheden te regelen, maar wij realiseren ons, dat u niet aflat daarvoor op bepaalde deuren in Zoetermeer te kloppen.

De Directie van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam heeft zich niet onbetuigd gelaten bij de instelling van de vakgroep medische informatica, getuige daadwerkelijke steun aan de formatie ten behoeve van ontwikkel- en onderzoeksprojecten die samen met klinische afdelingen worden opgezet. De vakgroep ziet uit naar voortzetting van deze goede contacten, waarin de Centrale Dienst Automatisering Informatieverwerking een sleutelrol zal spelen.

Het oprichten van een "Doe-groep" ter voorbereiding van de instelling van de vakgroep was, denk ik zo, typisch voor de dynamische sfeer van Rotterdam, die ik als geboren Rotterdammer van zeer nabij ken. Het is voor mij dan ook heel gewoon, mijn weg te vinden over kinderhoofdjes, langs opgebroken straten en dergelijke. De Doe-groep, bestaande uit Dr Thonus, toen directeur van de Faculteit, Drs Liem, toen secretaris van het College van Bestuur, en Drs Hoogendoorn, economisch directeur van het Academisch Ziekenhuis, heeft dan ook zeer krachtadig besluiten voorbereid en wegen geëffend. Het aantal kinderhoofdjes en valkuilen is aanzienlijk afgenomen.

Aan de instelling van de vakgroep ging een Bestuurscommissie Medische Informatica vooraf, voorgezeten door collega Leijnse. Met veel vaart werd door de breed samengestelde commissie een plan gesmeed, dat geheel paste in de visie van de Faculteit op de Geneeskunde voor het jaar 2000.

Tenslotte kom ik uit bij het begin van het begin. Als prolegomenon waren er de contacten met collega Hugenholtz, die als een der eersten de mogelijkheid opperde van een combinatie tussen de Rotterdamse en Amsterdamse Faculteiten ten aanzien van de medische informatica. Enkele jaren daarna werd deze visie geconcretiseerd, toen het Bestuur in de persoon van zijn Dekaan, collega Visser, zich met de invulling van de plannen van de Bestuurscommissie ging bezighouden. Zijn optreden is kenmerkend voor de vaart, de vastberadenheid en

gesteld is. Wij beseffen, dat wij met het waarmaken daarvan een aanzienlijke verantwoordelijkheid op onze schouders hebben geladen. De aanwezigen hebben echter bemerkt hoe fascinerend de medische informatica is en hoe de vakgroep wordt omringd door steun van alle kanten. Die steun is ook duidelijk door uw aller tegenwoordigheid hedenmiddag, waarvoor ik u uit beider naam van harte dankzeg.

REFERENTIES

1. van Bommel JH. *Leren, Kennen en Herkennen*. Inaugurele rede, Vrije Universiteit, 1973.
2. Feigenbaum EA, Barr A, Cohen PR. *The Handbook of Artificial Intelligence*, vols 1,2,3. Los Altos, Calif: Kaufmann, 1982.
3. Dreyfus HL, Dreyfus SE. *Mind over Machine*. Oxford: Basil Blackwell, 1986.
4. Winograd T, Flores F. *Understanding Computers and Cognition, a New Foundation for Design*. Reading, Mass: Addison-Wesley Publ Comp, 1986.
5. van Bommel JH. A comprehensive model for medical information processing. *Meth Inform Med* 1983; 9: 124-30.
6. van Bommel JH. The structure of medical informatics. *Med Inform* 1984; 9: 175-80.
7. Kleinrock L. Distributed systems. *Comm ACM* 1985; 28: 1200-13.
8. Bakker AR, Mol JL. *Hospital information systems: effective health care*. Amsterdam: Elsevier Science Publ, 1983.
9. Collen MF. General requirements for a medical information system: *Comp Biomed Res* 1970; 3: 393-406.
10. Westerhof H, Boon WM, Cromme PV, van Bommel JH. ELIAS: Support of the Dutch general practitioner. In: Reichertz PL, Engelbrecht R, Piccolo U, eds. *Present Status of Computer Support in Ambulatory Care*. 1986: 1-10.
11. Leijne B. PC's, de katalysatoren van de decentralisatie. *Proceedings MIC* 1986; 117-122.
12. Zonneveld FW. *Computed Tomography of the Temporal Bone and Orbit*. Proefschrift. Rijksuniversiteit Utrecht, 1987.
13. Willems JL, van Bommel JH, Michel J, eds. *Progress in Biological Function Analysis*. Amsterdam: North Holland Publ Comp, 1987.
14. Timmers T. *Pattern Recognition of Cytological Specimens*. Proefschrift, Vrije Universiteit, Amsterdam, 1987.
15. van Bommel JH. Biological signal processing. In: Ingram D, Bloch RF, eds. *Mathematical Methods in Medicine*. New York: Wiley and Sons, 1984: 225-72.
16. Shortliffe EH, Buchanan BG, Feigenbaum EA. Knowledge engineering for medical decision making: A review of computer-based clinical decision aids. *Proc IEEE* 1979; 67: 1207-24.
17. Van Bommel JH, Gremy F, Zvarova J. *Medical Decision Making: Diagnostic Strategies and Expert Systems*. Amsterdam: North Holland Publ Comp, 1985.
18. Gelsema ES. ISPAHAN: an interactive system for pattern analysis. In: Gelsema ES, Kanal LN, eds. *Pattern Recognition in Practice*. Amsterdam: North Holland Publ Comp, 1980.
19. Clancy WJ, Shortliffe EH, eds. *Readings in Medical Artificial Intelligence*. Reading: Addison Wesley, 1984: 1-17.
20. Monson RA, Bond CA. The accuracy of the medical record as an index of outpatient drug therapy. *JAMA* 240, 1978; 10: 2182-4.
21. Hasman A. Computers in radiotherapy. In: *Crit Rev Biomed Engin* 1984; 10: 223-73.
22. Van Bommel JH, Pronk RAF. Trends in computers in anesthesiology, *Acta Anaesthesiologica Belgica* 1984; 35: 293-312.
23. Cardus D, Vallbona C, eds. *Computers and Mathematical Models in Medicine*. Lecture Notes in Medical Informatics. Berlin: Springer Verlag, 1980.
24. Komaroff AL. The variability and inaccuracy of medical data. *Proc IEEE* 1979; 67: 1196-1207.
25. College of American Pathologists. *SNOMED, Systematized Nomenclature of Medicine*. Chicago: Coll of Amer Pathol, 1979.
26. Lambert PM, Roger FH. *Hospital Statistics in Europe*. North Holland Publ Comp Amsterdam: 1982.
27. Molenaar GCC, Duisterhout JS. Performance of AIDA during development and operation. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 281-6.
28. Griesser G, Jardel JP, Kenny DJ, Sauter K, eds. *Data Protection in Health Information Systems: Where do we stand*. Amsterdam: North Holland Publ, 1983: 1-243.
29. Boon WM, Westerhof HP, Duisterhout JS, Cromme PVM. The role of AIDA in a primary care information system. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 287-296.
30. *Structuurnota Gezondheidszorg 's Gravenhage: Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid*, 1974.
31. Quaak MJ, Westerman RF, Schouten JA, Hasman A, van Bommel JH. Appraisal of computerized medical histories: comparisons between computerized and conventional records. *Comput Biomed Res* 1986: 19.
32. Quaak MJ, Westerman RF, Van Bommel JH. Comparisons between written and computerized patient histories, patient complaints and diagnostic hypotheses. *Br Med J* 1987; 295: 184-90.
33. *Nota 2000*. 's Gravenhage: Staatsuitgeverij, 1986.
34. van der Lei J, Derksen-Samson JF. Neonatal ICU system: experiences with AIDA. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 315-20.
35. Franken B, Thijs LG. Information management in an intensive care unit supported by AIDA. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 321-6.
36. Molenaar GCC, Boon WM. Prototyping with AIDA for a hospital pharmacy system. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 275-80.
37. Quaak MJ, van der Voort PJG, van Bommel JH. AIDA for the automation of the patient history. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 297-304.
38. Sollet PCGM, de Moel EJPM, van Bommel JH. AIDA and medical courseware. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 333-8.
39. Duisterhout JS et al. Special issue on AIDA: an aid to the development and application of medical systems. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 243-370.
40. van Bommel JH. ZIN in ZIS. *T Klin Fysica*; 1984: 133-8.
41. Goldwasser S, Reynolds A, Bapty T, et al. A 3-D physicians workstation with real-time performance. New York: IEEE Comp Graphics and Applications, 1985.
42. Gelsema ES. *Patroon en Beeld tussen Informatie en Kennis*. Inaugurele rede, Erasmus Universiteit Rotterdam, 1988.
43. Queiros CE. *Pattern Recognition with Discrete and Mixed Data: Theory and Practice*. Proefschrift. Erasmus Universiteit Rotterdam, 1988.
44. De Dombal FT. Pattern recognition: comparison of the performance of clinicians and non-clinicians. *Meth Inf Med* 1972; 11: 32-7.
45. van Hemel OJS. *An Obstetric Data-Base: Human Factors, Design and Reliability*. Proefschrift. Vrije Universiteit Amsterdam, 1977.
46. van Bommel JH. Recognition of electrocardiographic patterns In: Krishnaiah PR, Kanal LN, eds. *Handbook of Statistics vol II*. Amsterdam: North-Holland Publ Comp, 1982: 501-26.

47. van Bommel JH, Duisterhout, van Herpen G. Statistical processing methods for recognition and classification of vectorcardiograms. In: Vectorcardiography II. Hoffmann I, ed. Amsterdam: North Holland Publ Comp, 1971; 207-15.
48. Talmon JL. Pattern Recognition of the ECG. Proefschrift. Vrije Universiteit Amsterdam, 1983.
49. Kors JA, Talmon JL, van Bommel JH. Multilead ECG analysis. *Comp Biomed Res* 1986; 19: 28-46.
50. Willems JL, Arnaud P, van Bommel JH, et al. Establishment of a reference library for evaluating computer ECG measurement programs. *Comp and Biomed Res* 1985; 18: 439-57.
51. Willems JL, Arnaud P, van Bommel JH, et al. Assessment of the performance of ECG computer programs with the use of a reference data base. *Circulation* 1985; 71: 523-34.
52. Swets JA. ROC, analysis applied to the evaluation of medical imaging techniques. *Invest Radiol* 1979; 14: 109-21.
53. Watson BL. Liability for failure to acquire or use computers in medicine. New York: IEEE Comp Soc; 1981: 879-83.
54. van Bommel JH. Formalization of medical knowledge. *Meth Inf Med* 1986; 25: 191-3.
55. van Riessen H. *Wijsbegeerte*. Kampen: Kok, 1970.
56. Goldstine HH. *The Computer from Pascal to Von Neumann*. Princeton Univ Press, 1972.
57. Pacal Blaise. *Pensées*. Editions Freres, Paris.
58. *Pensée* nr. 365: Quelle chimère est-ce donc que l'homme? Quelle nouveauté, quel monstre, quel chaos, quel sujet de contradiction, quel prodige!
59. *Pensée* nr. 434: La Pensée est donc une chose admirable et incomparable par sa nature. ... Qu'elle est grande par sa nature! Qu'elle est basse par ses défauts!
60. Guardini R. *Christliches Bewusstsein* (1934). München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 1962.
61. Doelstelling van de Vrije Universiteit te Amsterdam.
62. Augustijn C. Erasmus. Baarn: Het Wereldvenster, 1967: 49-62.
63. Jansma GTh, Blockmans WP, Sperna Weiland J, et al. Erasmus, de actualiteit van zijn denken. Zutphen: De Walburg Pers, 1986: 89.
64. *ibid.*: 87.
65. Miller PL, Black HR. Medical plan-analysis by computer: Critiquing the pharmacologic management of essential hypertension. *Comp Biomed Res* 1984; 17: 38-54.
66. van Ginneken AM, Smeulders AWM, Jansen W. Design of a diagnostic encyclopedia using AIDA. *Comp Meth Progr Biomed* 1987; 25: 339-48.
67. Miller RA, Pople HE, Myers JD. INTERNIST-1: An experimental computer-based diagnostic consultant for general internal medicine. *N Engl J Med* 1982; 307: 468-76.
68. van Bommel JH. et al. Training in medical informatics. *Comp Biomed Res* 1983; 16: 414-32.
69. van Bommel JH, Festen CMAW, red. *Medische Informatica; vernieuwing in de Geneeskunde*. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, 1987.