MEDEDELINGEN DER KONINKLIJKE NEDERLANDSE
AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN, AFD. LETTERKUNDE
NIEUWE REEKS – DEEL 44 – No. 7

KUNNEN COMPUTERS VOELEN?

NICO H. FRIJDA

B.V. NOORD-HOLLANDSCHE UITGEVERS MAATSCHAPPIJ – AMSTERDAM, OXFORD, NEW YORK – 1981

ISBN 04448 5539 4

UITGESPROKEN IN DE VERGADERING
VAN 8 SEPTEMBER 1980

Voor Yolande

De zin van "computersimulatie" van emoties

Laat ik vooropstellen: of computers kunnen voelen, of dat er ooit computers zullen zijn die kunnen voelen, zoals in Kubrick's "2001 – A Space Odyssee", – het laat mij koud, behalve dan dat zoiets altijd spannend is. Het gaat mij dan ook niet om de vraag naar technische vooruitzichten, en zelfs niet om die naar mogelijke futurologische verwikkelingen. Ik stel de vraag "Kunnen computers voelen" omdat die vraag voor de psychologie interessant is. Indien ja, hoe dan; indien nee, waarom niet.

Het is, een jaar of 15 geleden, een geruchtmakend probleem geweest of computers kunnen denken. Dat probleem is wat uit de aandacht verdwenen, en terecht. Voor een deel gold het een semantische ruzie die neerkwam op een discussie over wat men nu wel onder "denken" diende te verstaan, en waarbij bij iedere nieuwe computerprestatie de grenzen door de tegenstanders werden verlegd. Voor een deel mag men zeggen dat het probleem is opgelost. Computers kunnen denken. Dat wil zeggen: ze kunnen intellectuele problemen oplossen op niet-triviale wijze, via complexe processen van informatiegebruik, informatie-evaluatie, informatie transformatie en inferentie, en door het doen van keuzen in het licht van de probleemdoelstelling. Ze doen dat door te beschikken over symbolen en over een gestructureerd bestand aan "kennis" omtrent feitelijkheden, mogelijkheden en betekenissen. Processen en kennisbestand vertonen overeenkomst met wat er bij mensen in overeenkomstige situaties een rol speelt.

Men kan de formule "computers kunnen denken" (of juist niet) beter vergeten en zich richten op wat er in feite bij "kunstmatige intelligentie" of "computer simulatie" gebeurt. Het gaat daar om functioneel onderzoek. Men tracht uit te vinden wat er voor nodig is om bepaalde intellectuele taken te verrichten; en men doet dat door na te gaan wat er voor nodig is om deze intellectuele taken te *doen* verrichten door een artificieel systeem. "Computer simulatie" is geen nabootsingswerk, het is speurwerk: exploratie van de voorwaarden voor een prestatie, binnen een systeem dat in zijn werkwijze plausibele overeenkomsten met die van de mens bezit: symboolgebruik, seriële verwerking en dergelijke. Daardoor kan men dan zeggen dat "computers kunnen denken", – een beetje. Belangrijker is dat er meer helderheid ontstaat over de opbouw van het menselijke denken, over de structuur van de taken en de taakomgeving waar hij intellectueel voor staat, over de functie van werkwijzen of hulpmiddelen die er aanvankelijk wellicht alleen als hebbelijkheden uitzien. Zo hebben begrippen als "heuristische methoden", als middel-doelanalyse, als planning een duidelijker inhoud gekregen. En zo komt er langzaam meer zicht in de structuur van de kennis en van de afleidingsprincipes die voor

waarneming, probleemoplossen en taalbegrip nodig zijn (vgl. bijv. Newell & Simon 1972; Winston 1977). Dat meerdere zicht ontstaat dan dankzij het feit dat er, voor de onderzoeker, een constructorische doelstelling bestaat. Overal daar waar kunstmatige intelligentie iets bereikt heeft is er sprake van een *taak*, een prestatie die het systeem zou moeten verrichten, wat leidt tot het zoeken naar de voorwaarden waaronder en waardoor die verrichting mogelijk is.

Dat is dan "dènken". Maar voelen? Aan voelen is, binnen de computersimulatie, tot dusver vrijwel niets gedaan, en de claim dat computers zouden kunnen voelen – in principe, ooit – is ook nog niet te horen geweest. De reden is duidelijk. Er zijn taken waar "denken", complexe informatieverwerking dus, voor nodig is. Er is geen taak die een behoefte aan "voelen" oproept. Gevoelens en emoties zijn nergens voor nodig gebleken, althans tot dusverre. Er heeft zich in de kunstmatige intelligentie geen aan de gevoelens *externe* situatie voorgedaan die zonder "gevoelens" niet kon worden opgelost.

Men heeft zich wel een beetje met gevoelens of emoties bezig gehouden. Colby (1963) ontwierp, al een tijd geleden, een programma dat neurotische reacties nabootste wanneer informatie werd aangeboden die conflicteerde met, in het programma, aanwezige gevoeligheden. Een later programma, Parry, reageert paranoïd op mededelingen en vragen (Colby 1975). Maar men kan slecht zeggen dat hier het programma, of de computer, gevoelens *heeft*.

De reacties blijven beperkt tot het verbale vlak of, zo men wil, tot de informatieverwerking (verandering van cognitieve inhouden). Ze hebben ook geen verdere consequenties, – niet voor actie en niet voor de verschuiving van belangstellingen. De gevoeligheden hebben, in die programma's, ook geen fuctionele plaats; ze zijn er gewoon. Men kan bij de "denkprogramma's" zeggen dat de computer een probleem oplost; men kan, in programma's als die van Colby, niet zeggen dat de computer "geëmotioneerd" raakt. In de computersimulatie speelt het begrip "Türing's test": een simulatie is geslaagd wanneer een blinde ondervrager de computer en een mens niet uit elkaar kan houden op grond van hun gedrag. De Türing-test kan wellicht gepasseerd op een gespreksprotocol, maar niet wanneer de totaliteit van emotionele situatie en reaktie in de beschouwing wordt betrokken.

Overeenkomstigs geldt voor andere programma's waarin gevoelens ter sprake komen. Schank & Abelson (1977) ontwerpen een systeem dat (iets van) verhaaltjes kan begrijpen, en heeft daartoe enig begrip van levensdoelen, emoties die daaraan verbonden zijn en acties of attitudes die daaruit voortvloeien. Wegman (1979) past één en ander meer specifiek op emotionele episodes toe. Maar ook dat alles blijft in de cognitieve sfeer; het blijft wat de emoties aangaat niet meer dan simulatie.

De situatie met betrekking tot het denken (of het waarnemen, waarvoor

hetzelfde opgaat) kan echter aanwijzen hoe men de zaak moet specificeren om de vraag of computers kunnen voelen zinvol te kunnen stellen. Kunnen we een *taak* bedenken waar dat voelen voor nodig is. Kan men een systeem ontwerpen dat zonder gevoel, of iets wat daarop lijkt, eenvoudig niet kan doen wat het moet doen, – waarbij die taak uiteraard niet uit "het hebben van emoties" mag bestaan.[1]

Het is, ik heb het al gezegd, mij een zorg of er computers met emoties kunnen bestaan of zullen bestaan. Eigenlijk, wat mij betreft, liever niet: we hebben onze eigen zorgen al, en men mag er niet aan denken wat er uit voort kan komen. Maar het stellen van de vraag heeft heuristische waarde. Hij kan leiden tot helderder vragen met betrekking tot menselijke gevoelens of emoties: waar zijn ze voor, – waar zijn ze voor *nodig*. Wat kunnen wij (of de dieren) niet zónder emoties, en wat moet men een artificieel systeem dus willen laten doen om ze – de emotiemogelijkheden – erin te *moeten* stoppen. En als men daar een zinnig idee over heeft, wat is dan de functie van die emoties, wat is er voor nodig om ze zinvol te laten werken, en werpt dat licht op verschijnselen die zich nu, bij mens en dier, voornamelijk voordoen als zaken die nu eenmaal zo zijn. De nu volgende beschouwing sluit aan en bouwt voort op die van Simon (1967) vanuit overeenkomstige gezichtspunten.

Taak en taakomgeving van een systeem dat voelt

Van sommige emoties is de biologische, adaptieve functie duidelijk. Een muis die een uil hoort of ziet verstijft van schrik of rent panisch een schuilplaats in: in beide gevallen onderneemt hij iets, of gebeurt er iets, dat het gevaar vermindert (de verstijving maakt hem minder zichtbaar). Een baby die honger of een natte luier heeft huilt totdat zijn moeder hem van de ongemakken komt verlossen (laten we even aannemen dat men hier van schrik resp. "distress", ongelukkigheid, mag spreken). Een volwassen mens die geen vrees kent voor fysiek gevaar stelt zich aan grotere reëele risico's bloot dan iemand die wel bang is. Iemand die niet boos wordt, wordt gemakkelijker op de kop gezeten dan wie van zich afbijt.

Stel dat er geen emotie van vrees was, of van distress zoals bij de baby; of van woede. Men zou de problemen – de dreiging van gevaar, het voedseltekort of lichamelijke hinder, de mogelijke koeionering – ook rationeel kunnen oplossen. Dat is bij muizen en babies wellicht niet zo goed te zien; men kan zich daar slecht een rationeel alternatief, een afwegen van risico's en bedenken van tegenactie, bij voorstellen. Bij de volwassen mens

1. Ik gebruik in dit artikel de termen "gevoel" en "emotie" door elkaar. Er zijn zinvolle onderscheidingen mogelijk; zie daarvoor Arnold (1960), Sartre (1934, waar "sentiments" van de emoties worden onderscheiden) en Frijda (in voorbereiding). Bij "emotie" ligt de nadruk op het gedrag of de gedragsimpuls, – hier straks "gedragsprogramma" genoemd.

– of bij een artificieel systeem – gaat dat beter. Er is geen emotie voor nodig om, als er een dolle hond aankomt, te weten dat die kwaad kan, en dat het dus beter is zo snel mogelijk weg te komen. Men heeft immers geleerd wat de gevolgen van gebeurtenissen of situaties kunnen zijn, en men heeft immers geleerd welke tegenacties de meeste kans op succes bieden. Of, anders gezegd: men kan een computer deze zaken leren en hij zal dienovereenkomstig kunnen reageren. Grey Walter's schildpad kan zó worden ingericht dat hij wegloopt wanneer de tafelpoot gaat schoppen, of eruit ziet dat te zullen gaan doen.

Alleen: wat is er zo erg aan opgegeten worden (voor een muis), aan voedseltekort of alleen-zijn of een natte luier hebben, – aan op de kop gezeten worden, aan een deuk oplopen? Er is daar een eenvoudig antwoord op: de situaties brengen alle, op de een of andere manier, direct of indirect, het voortbestaan in gevaar, of de effectiviteit van gedrag en toestand waarmee dat voorbestaan bewerkstelligd kan worden. Maar dan ontstaat de vraag opnieuw: wat is er zo belangrijk aan voortbestaan, of zo erg aan het feit dat dat voortbestaan in gevaar is? Anders gezegd: wat is er *nodig* om zich niet te laten opeten, geen honger te lijden als dat niet hoeft, niet alleen te zijn als dat even kan? Dat is, dat het systeem "weet" dat die toestanden niet leuk zijn. Dat betekent twee dingen. Enerzijds: dat er "waarden" zijn, – belangen, drijfveren, behoeften, als representaties van gewenste doelstoestanden in het systeem. Hij moet "weten" dat zelfbehoud, of competentie, of toegang tot voedsel, nastrevenswaardig is. De kunstmatige schildpad moet "weten" dat beschadiging niet de bedoeling is. Er moet iets in hem zijn dat dat "weten" representeert. Anderzijds: hij moet "weten" dat gebeurtenissen die die belangen enz. aantasten, niet leuk zijn, – te vermijden; en dat andere gebeurtenissen die die belangen vervullen, "prettig" zijn, positief, – zaken om te bereiken of te handhaven. Met andere woorden: een rationeel systeem zonder emoties vooronderstelt dezelfde waarden als waaruit de emoties ontstaan; en het veronderstelt dezelfde evaluaties als waarop emoties berusten of beter: die de kern van emoties uitmaken: dat een gebeurtenis die met een belang conflicteert, vermeden moed worden, d.i. "onprettig" is, en dat een gebeurtenis die met een belang harmonieert moet worden gezocht of bewaard.

Een rationeel systeem – een koel en verstandelijk mens bijvoorbeeld – dat zijn belangen wil verdedigen of nastreven vooronderstelt de *mogelijkheid* tot het optreden van emoties (of iets wat daarmee functioneel gelijkwaardig is) wanneer het rationele mechaniek van beoordeling en actie zou falen.

Hiermee is enerzijds een functionele duiding van de emoties gegeven: emoties representeren de *waarden*, de belangen, van het systeem. Nauwkeuriger gezegd: het zijn de signalen dat er zo'n waarde in het geding is. En anderzijds is nu de taaksituatie duidelijk waarbinnen emoties (of iets wat daarop lijkt) *nodig* zijn. Gegeven een systeem met waarden, of belangen; ik kies het woord "waarden" als de meest algemene aanduiding, en

voeg "belangen" toe om er de nadruk op te leggen dat het niet alleen om het vermijden van aantastingen gaat, maar ook om het realiseren van strevingen. Gegeven dus een systeem met waarden of belangen, en gegeven een omgeving die die waarden kan schaden of de belangen dwarsbomen: wat moet ik hebben opdat dat systeem die waarden kan handhaven en die belangen kan realiseren. De taak is die handhaving en realisatie.

Om te weten wat men moet hebben om die taak te vervullen is specificatie van die taak niet voldoende. De manier waarop een taak vervuld kan worden hangt immers niet alleen van die taak af maar ook van de omgeving waarbinnen dat moet gebeuren, – omgeving in zeer ruime zin genomen. De omgeving waar ons systeem naar mogelijkheid tegen opgewassen moet zijn bezit een aantal kenmerken. Ten eerste: zij bevat gebeurtenissen met risico's, – ernstige risico's: gevaren voor zelfbehoud, voor de bevrediging van primaire behoeften zoals die aan voedsel, verzorging, welbevinden, of voor de informationele behoeften die of op zichzelf, of ten bate van de primaire, van belang zijn. Ik noem deze, en niet de vele andere, minstens zo belangrijk – prestige, eigenwaarde, en natuurlijk vooral liefde en sex – om de zaak voorshands eenvoudig te houden: men kan ze zich ook als relevant voor de computer voorstellen. Brand, elektrische stroom, onderhoud, stabiele temperatuur, voor het programma adequate invoer, zijn corresponderende condities.

Een tweede attribuut van die omgeving betreft de informatiewolken die de riskante, en ook de bevredigende, gebeurtenissen omgeven, en het probabilistisch karakter daarvan. Brand gaat vergezeld van rook, – meestal; en brand wordt soms voorafgegaan door stank, en is soms het gevolg van doorgesleten isolaties. Een derde attribuut wordt gevormd door het feit dat veel belangrijke zaken in de omgeving zélf informatieverwerkende en handelende systemen met belangen zijn. Deze reageren op het handelen van het systeem-zèlf; ze doen dat ook anticiperend op zulk handelen; ze doen dat ook op handelen van het systeem-zelf wanneer hen dat niet fysiek maar informationeel raakt. Ze doen dat mede doordat handelen en informatie aan hùn belangen aanspreken. Met andere woorden: het systeem moet zijn belangen handhaven en realiseren in een – tot op zekere hoogte – beïnvloedbare omgeving, – fysiek èn via enkel informatie beïnvloedbaar, die er ook zelf belangen op nahoudt.

Naast een extern milieu is er ook een intern milieu. Het systeem bezit meerdere belangen. Wanneer één van die belangen het gedrag beheerst zijn de andere misschien in sluimer verzonken maar ze kunnen daar elk ogenblik uit worden gewekt. Een gebeurtenis kan ook relevant zijn voor meerdere belangen tegelijk: voor sociaal prestige, voor eigenwaarde, voor bewondering door vrienden en voor een hoger inkomen, – om de kunstmatige systemen van de dag maar even te verlaten. De belangen kunnen ook met elkaar onverenigbaar zijn: gevoel van eigenwaarde met het hoge-

re inkomen, of liefdesverlangen met vrees om af te gaan. De belangen kunnen ook daarom met elkaar onverenigbaar zijn omdat ze van dezelfde uitvoeringsorganen gebruik moeten maken. Men kan niet tegelijk geslachtsverkeer bedrijven en zich volledig voor risico's van emotionele kwetsuur vrijwaren. Parallellen voor dit alles in de hierboven aangeduide beperktere computer-omgeving kan de lezer zelf bedenken. De belangen verschillen bovendien in belangrijkheid, net als de gebeurtenissen verschillen in de ernst van de eventuele risico's; wat van betekenis is voor het systeem is, uiteraard, een soort produkt van beide. Het belang van de belangen verschilt bovendien van ogenblik tot ogenblik – de schoonste lol, de liefste lol, maakt in den einde dol – en daarmee ook het relatieve belang van de belangen onderling.

De wijze waarop een taak kan worden vervuld hangt tenslotte, behalve van de omgeving, van de globale eigenschappen van het systeem af. Het systeem waaraan de omschreven taak is toebedacht beschikt over één centrale verwerkingseenheid: er kan maar één soort complexe informatieverwerking tegelijk plaatsvinden. Het moet werken met één enkelvoudig stel uitvoeringsorganen waarmee de omgeving fysiek kan worden beïnvloed en waarmee het zich ten opzichte van die omgeving kan verplaatsen. Het moet werken in "real time": wat het doet en wat het nalaat, op een bepaald ogenblik, kan consequenties hebben. En het moet redelijk kunnen werken ook onder omstandigheden die niet precies bij de constructie zijn voorzien, en waarvoor dus geen specifiek gedrag bij de constructie is vastgelegd, zoals in de sprinklerapparatuur van een computerruimte.

Specificaties voor een emotiesysteem

1. Het spreekt vanzelf dat een systeem alleen dàn zijn belangen kan verdedigen wanneer het gebeurtenissen kan evalueren in termen van die belangen: of zij iets met deze belangen te maken hebben of dat zouden kunnen doen; en het moet het resultaat van die evaluatie kunnen opmerken. Met andere woorden: het systeem moet beschikken over een *relevantiesignaal*, dat door het systeem zelf kan worden opgevangen en dat het verdere gedrag beïnvloeden kan. Een zelfsturend systeem moet "ja" te horen krijgen van zijn eigen waarnemingssysteem wanneer een voor zijn doelen bruikbaar object in zicht is, en "nee" wanneer dit mogelijkerwijs zijn voortbestaan bedreigt. De emotie is, of bevat, precies dat relevantiesignaal.

Nu zijn "ja" en "nee" signalen met een betekenis. In feite betekent een relevantiesignaal natuurlijk niets wanneer dat geen aanwijzigingen geeft voor actie, – voor wat het systeem eraan moet doen: doorgaan met wat het doet, of proberen te bereiken wat het ziet; of dat het wenselijk is, de toestand waarin het zich bevindt te proberen te verlaten. Het relevantiesignaal moet dus die aanwijzing duidelijk bevatten. Dat kan, doordat het een "doel" actualiseert en toevoegt aan de lijst van doelen die het ge-

drag van het systeem beheersen of die klaarstaan om dat te doen. Het signaal, met andere woorden, heeft motivationele eigenschappen. Het systeem wil er vanaf, of wil het juist handhaven of versterken.

Verondersteld is dan natuurlijk wel dat het duidelijk is – uit vergelijking van de gebeurtenis en zijn implicaties met het belang en zijn voorwaarden – wat die gebeurtenis te betekenen heeft, – om wat voor soort relevantie het gaat. De natuur – de mens – leert ons dat er vier soorten relevantiesignalen bestaan; dat is blijkbaar handig, gegeven de probabilistische aard van de omgeving waarbinnen de mens functioneren moet. Er is het signaal dat een gebeurtenis of situatie een belang bedreigt, blokkeert of aantast: het gevoel van onlust, het "nee", wèg ermee of weg hiervandaan. Er is het signaal dat een bevredigende situatie bereikt of bereikbaar is: lust, plezier, erheen of houden zo. Er bestaat het signaal dat een belang onvervuld is, zonder zozeer bedreigd te zijn: verlangen. Er bestaat het signaal dat een gebeurtenis mogelijkerwijs relevant voor een belang is, al is (nog) niet duidelijk in welke zin, of al is die zin er in het geheel niet: interessantheid, verwondering, fascinatie. Men herkent de drie primaire emoties van Spinoza, plus verwondering die hij, als algemene reactie, afzonderlijk bespreekt.

2. Ik heb gezegd dat het systeem moet functioneren binnen een externe omgeving met risico's en een interne omgeving met een veelheid aan belangen. Het kan dus zijn dat het systeem bezig is met iets op grond van een belang (of anderszins) wanneer er iets voorvalt dat relevant is voor een ànder belang. De mechanische schildpad is op weg naar zijn doel maar de brandstof raakt op; hij heeft behoefte aan bijtanken. Het is niet voldoende dat het relevantiesignaal aangeeft dat het systeem "honger" heeft; het moet zó geconstrueerd zijn dat het systeem wordt gewaarschuwd dat er, mogelijkerwijs, iets ernstigs aan de hand is. Het signaal dient te beschikken over een karakter van *dringendheid*, – een luide bel, een sirene, een flitsende rode lamp. Het signaal moet door het systeem worden gehoord of gezien, ongeacht zijn preoccupaties van het ogenblik. Het moet het systeem duidelijk worden dat er iets gebeuren moet, – en snèl, althans wanneer dat zo aan de orde is. Dat betekent bij elkaar: het signaal moet, voor het systeem zelf, waarneembaar zijn in parallel met de andere informatie waar het eventueel mee bezig is.

3. Wat er gebeuren moet is onder andere dat er wordt opgehouden met te doen waar het systeem mee bezig was: er zou iets belangrijkers aan de hand kunnen zijn. Emoties vormen, behalve een relevantiesignaal, ook een *interruptsysteem* (Simon 1967). Het emotiesignaal is niet alleen zo dat het niet over het hoofd kan worden gezien wanneer dat nodig is. Het moet ook zodanig zijn dat het de aandacht bezet, dat wil zeggen de centrale verwerkingseenheid dwingt om zich bezig te houden met de gebeurtenis in

kwestie in plaats van met andere, op dat moment minder vitale zaken. Het moet de uitvoeringsorganen open houden voor relevante actie: het onderbreekt de aan de gang zijnde actie, of neigt daar tenminste toe. De bij het – persistente – signaal behorende doelen ("er vanaf", "houden zo!", "verwezenlijken!", "wat is dat?") moeten – persistent – hoge prioriteit bezitten en, ongevraagd, de hoogste kunnen bereiken. Hoe zo'n interruptiesysteem geconstrueerd moet zijn, daarover kan men zich wel een voorstelling maken. Wil het werken dan moet de verwerking van informatie die niets met de gebeurtenis te maken heeft geblokkeerd of bemoeilijkt worden. De uitvoeringsorganen moeten onder controle van de aan het relevantiesignaal verbonden doelen en actieplannen – programma's dus – worden gebracht. Dat kan eigenlijk alleen, denk ik, wanneer het emotieapparaat een min of meer onafhankelijk subsysteem is, – min of meer onafhankelijk van de centrale verwerker dus. Het moet de uitvoering van de werkzaamheden die onder controle van de laatste, en de daar op dat moment vigerende doelen, staan, ongevraagd kunnen onderbreken. Het moet onbeïnvloed door de vigerende doelen de nieuwe gebeurtenis op zijn relevantie kunnen toetsen, en dus met de belangen vergelijken. Het moet actie kunnen prepareren zonder dat daar de centrale verwerker voor nodig is.

Het is duidelijk dat de interruptie ook op andere manier verwezenlijkt kan worden. In een "rationeel systeem" zou de centrale verwerker de intensiteit van het relevantiesignaal – of de ernst van de consequenties van de gebeurtenis – kunnen vergelijken met het belang van de aan de gang zijnde activiteit, en op grond van die vergelijking beslissen wàt te doen. Even duidelijk is dat bij deze opzet de verwerkingstijd langer zal zijn, en de dwingendheid van signaal en interruptie geringer. Dat is, gezien de resico's die er in het spel zijn, wellicht niet zo handig.

Het emotiesysteem moet overigens niet alléén fungeren als interruptsysteem. Het moet ook kunnen aangeven dat het systeem op de goede weg is, wanneer gebeurtenissen, aktie en belangen parallel gaan; het moet een "goal termination signal" (Simon 1967) kunnen leveren wanneer het belang na onvervuldheid is vervuld; het moet een signaal kunnen leveren wanneer de vervulling van een belang te lang op zich laat wachten, gezien de beschikbare inspanning of tijd. Dat zijn dus situaties van tevredenheid, ongeduld of ontmoediging. In al deze gevallen is er geen sprake van dat het gedrag omwille van een ànder belang wordt onderbroken, maar van interruptie van het gedrag dat door het actuele belang gestuurd wordt.

4. Het relevantiesignaal geeft aan of de situatie gezocht moet worden of verlaten, of dat er afgewacht moet worden; het geeft niet aan wat er verder het beste gebeuren kan. Er moet dus een koppeling worden gezocht aan actie. Wat voor actie adequaat is hangt af van de omstandigheden: of er

iets aan de situatie veranderd kan worden (misschien is de computer als verouderd beschouwd, is er een beter model op de markt, en zal de stroom nooit meer worden aangesloten); of de situatie fysiek dan wel informationeel beïnvloedbaar is; of een bedreiging zich als mogelijkheid aankondigt maar nog kan worden afgewend enzovoorts.

Ook hier weer principieel verschillende manieren waarop de zaak kan worden aangepakt, – dat wil zeggen verschillende manieren waarop het systeem kan worden ingericht. Het systeem zou kunnen leren wat er onder gegeven soort omstandigheden het best kan worden gedaan, als er dan al iets te doen valt. Het zou ook, op grond van vroegere ervaringen, door "denken" kunnen afleiden welke actie de meeste kans op succes biedt. Maar, hoewel dat goede mogelijkheden zijn, kan men er niet mee volstaan, – alweer gezien de betrokken risico's. Leren vooronderstelt ervaringen waaraan het systeem zich niet moet hoeven blootstellen; dat zou onverantwoord zijn. Als een muis moet leren wat de vleugelslag van een uil betekent, en of hij dan het beste kan gaan hollen, vechten, zich verbergen of bevriezen, is hij al opgegeten vóór hij wijzer geworden is. Het is verstandiger het systeem uit te rusten met gedragsprogramma's die aan de meest voorkomende of aan de belangrijkste te verwachten omstandigheden aansluiten en die dus pijlsnel in gedrag kunnen worden omgezet. Nu laat zich slecht voorspellen welke soort gebeurtenissen de belangen kunnen schaden of bevorderen; daar is de wereld te veelvormig voor. Het is dus niet of nauwelijks te voorzien welk instrumenteel gedrag nuttig zou kunnen zijn. Wat wèl voorzien kan worden is welk *relationeel* gedrag nuttig kan zijn. Dat wil zeggen: er kan gedrag worden gepreprogrammeerd dat veranderingen aanbrengt in de relatie van het systeem tot de objecten buiten hem; en dat kan dan met name door het veranderen van de eigen plaats ten opzichte van die objecten, van de eigen bereikbaarheid door hen of van hun bereikbaarheid door het systeem zelf. Vluchten, bevriezen, erop afschieten, vechten en observeren zijn voorbeelden van zulk relationeel gedrag, dat ook inderdaad gepreprogrammeerd aanwezig kan zijn.

Het moet daarbij overigens toch steeds om gedrags*programma's* gaan, die via feedback het gedrag reguleren: het is immers niet te voorspellen wáár het gevaar precies vandaan komt, hoe sterk het is, wat het uit reactie doet; maar het systeem moet dat programma niet nog eerst te hoeven compileren. En, als het even kan, moet het programma vooral uit een gedrags*doel* bestaan, – uit een intentie zo men wil, een specificatie van het doel dat aan het relevantiesignaal is verbonden en daar de betekenis van representeert: wegwezen, onopvallend-zijn, erbij-zijn enz. moeten als doel, als gewenste eindtoestand, klaarliggen, om te zorgen dat het gedrag dóórgaat tot de gewenste toestand bereikt is. Dat is bovendien handig om, in geval die door leren of anderszins beschikbaar zijn, meerdere verschillende gedragingen te pas te brengen, of om daaruit te kiezen. Deze gedragsdoelen zijn equivalent aan wat in de emotiepsychologie met "impulsen" of "ac-

tietendenzen'' wordt aangeduid: de neiging tot destructie in de boosheid, tot zich-beschermen of wegwezen in de vrees enzovoorts.

Gezien de aard van de omgeving, zoals deze eerder werd aangeduid, is er naast relationeel gedrag een speciale klasse van gedragingen (of gedragsprogramma's dan) mogelijk: informationeel beïnvloedingsgedrag, het uitzenden van boodschappen die door elementen in die omgeving kunnen worden verstaan. ''Pas op, ik ben sterk'' is er zo één, – dreig- of imponeergedrag. ''Help mij, ik kan het niet alleen'' is een ander, – huilen bij de mens en de sirene van het inbraakalarm. ''Ik heb niets kwaads in de zin'' (bij de mens de glimlach). ''Ik ben bereid informatie te ontvangen'' (houding van aandacht). Men kan van allerlei verzinnen, afhankelijk van waar de informationeel beïnvloedbare omgeving gevoelig voor is, mede dankzij eigen belangen; en het systeem kan zijn gepreprogrammeerde arsenaal door leren aanvullen, als het voor de meest kritische situaties maar door vaste voorzieningen veilig is gesteld.

Het is duidelijk dat de graad van zinvolle, effectieve, meervoudigheid in beschikbare gedragingen of gedragsdoelen afhangt van de gedifferentieerdheid waarmee de aard van de situatie kan worden vastgesteld. Onder gegeven omstandigheden is het ene gedrag zinniger dan het andere; vechten met een vallende steen helpt niet erg. Men staat, bij de constructie van een emotioneel artificieel systeem, voor de keuze: óf meervoudigheid van gedragsdoelen (van ''emoties'' dus) én gebruikmaken van meer complexe informatieverwerking; óf een enkel stereotyp gedragsdoel (bevriezen, bewegingloos worden bijvoorbeeld) én het afkunnen met minimale informatie. Dezelfde keuze voor het specifieke gedrag: óf altijd de tanden klaar, óf soms de tanden, soms de vuisten, somt het pistolet. Men ziet de keuze tussen het konijntje en de mens. Men kan ook het ene doen en het andere niet laten: bevries eerst maar even, en verhoog de algemene preparatie voor actie, en zie daarna hoe het verder gaat en kan.

5. Voor fysieke actie is energie nodig. Als de actie – eventueel – buiten de centrale verwerkingseenheid om geprepareerd moet kunnen worden, moet dit ook met de energiemobilisatie het geval zijn: een noodaggregaat, of althans een aan het subsysteem gekoppelde toegang tot de energiereserves, die ook automatisch geactiveerd worden wanneer het relevantiesignaal weerklinkt. Bij de mens ''arousal'' dus, de vegetatieve reacties, Cannon's ''emergency reaction''.

6. Twee condities, met elkaar verbonden, lijken nog van belang. Het subsysteem van signaal en actie moet kunnen werken met minimale informatie. Shoot first, ask questions later. Men blijve beter aan de veilige kant, zowel ten aanzien van risico's als ten aanzien van het grijpen van begeerde kansen; die laatste zijn immers net zo vluchtig, net zo wispelturig als de rest. De centrale verwerkingseenheid moet er buiten kunnen blijven, met al zijn verfijnde afwegerij.

Maar tegelijkertijd moet die centrale verwerkingseenheid er alleen maar buiten *kunnen* blijven; ze moet het niet noodzakelijkerwijs en altijd doen. Situaties zijn vaak anders dan ze lijken, en ze ontwikkelen zich. Hoe goed vlucht, aanval, begerende benadering ook is, – voorzichtigheid blijft geboden. Het systeem moet het juiste moment af kunnen wachten, de gepreprogrammeerde actie ten behoeve van andere, betere, subtielere kunnen nalaten.

Wat geboden lijkt is een tweezijdige aanzet, een tweezijdige regulatie van het belangenverdedigende gedrag. Maak het systeem capabel tot snel, blindelings gedrag; en voorzie het van een inhibitie-apparaat dat, als de tijd of energie ervoor beschikbaar is, dat gedrag kan inhouden, uitstellen of modificeren. Laat dat inhibitie-apparaat in nauwe verbinding met de centrale verwerkingseenheid staan, met het volle bereik van informatieverwerkingsvermogens, onderscheidingsvermogen, aanpassing aan omstandigheden, herziening van eerdere conclusies enzovoorts. Laat het systeem, kortom, in staat zijn tot blinde paniek zowel als tot uitgewogen voorzichtigheidsgedrag. Zo'n tweezijdige aanzet is uit veel systemen – met name biologische – bekend; ze lijkt het goed te doen. Zo is ook de menselijke en dierlijke emotionaliteit opgebouwd: de kat ligt roerloos loerend vóór zijn sprong, de mens raakt zelden wit van woede, en dan is er nog de zelfbeheersing.

De bovenstaande specificaties – met name die van de dringendheid van het signaal en van interruptie – zijn niet alle noodzakelijk in een systeem dat de eerder genoemde taak te vervullen heeft. Men kan zich – zoals in procesbesturingsapparatuur – een aantal onafhankelijke voorzieningen voorstellen, waarbij geen volledige interruptie nodig is. Maar dat is dan strijdig met de vooronderstelde globale aard van het systeem, – de aanwezigheid van één centrale verwerkingseenheid en van een enkelvoudig stel uitvoeringsorganen. Vanuit die beperking komen een aantal consequenties die overeenkomen met die welke bij menselijke emoties optreden: de blokkage van activiteit en interferentie met intellectuele activiteit; het dan gepreoccupeerd zijn met "gevoelens" die uit de energiemobilisatie (de arousal) en vooral uit de primaire, relationele, actietendens stammen.

Verdriet, angst, pijn

De voorgaande beschouwing is gebaseerd op de veronderstelling dat emoties signalen zijn voor het in het geding zijn van belangen, en leiden tot acties die, in principe althans, van nut zijn voor het systeem, zij het computer of mens. Men kan zich afvragen of deze veronderstelling voor alle emoties plausibel is.

Ze is zeker plausibel voor meer emoties dan oppervlakkig lijkt. Verdriet, bijvoorbeeld, is door verschillende auteurs als een verlies-en-zoek emotie geduid (Bowlby 1969; Averill 1968): het huilen is hulpgeroep, zo-

als ieder jong dier dat vertonen kan, en de rusteloosheid is uiting van de poging, het object te hervinden. Jaloezie is het signaal dat een ander belangen bevredigt die ikzelf bevredigd had willen zien, en dan vooral ten koste van mijn eigen bevrediging; en het gedrag is erop gericht dat te belemmeren of ongedaan te maken.

De positieve emoties – vreugde, genot, trots, bewondering – laten zich zonder veel moeite invoegen, zij het dan dat de actiecomponent ontbreekt of minder uitgesproken is omdat, of wanneer, het een stabiele toestand met betrekking tot de belangen betreft; de actie bestaat uit handhaving van de toestand tot de aardigheid eraf is.

Iets anders ligt het met angst en smart of mentale pijn. Er zijn, helaas, situaties waaraan niets te veranderen valt. Geen actie is zinvol of mogelijk, of alles is al zonder resultaat geprobeerd. Het systeem blijft zitten met een luid relevantiesignaal, en eventueel met een hoge graad van energiemobilisatie, zonder dat het er ook maar iets mee weet te doen. Situatie en signalen omhullen het als een nemesis-hemd.

Weer anders is het met meer fobische angst. Men mag deze opvatten als een hypertrofie van het inhibitie-apparaat dat de coördinatie met de effectieve gedragsimpulsen is kwijtgeraakt (vlg. Gray 1976).

Dat emoties – in principe althans, en toelichting op deze reserve komt later – van nut zijn moet in bepaald opzicht met een diepe korrel zout worden genomen. Het "nut" heeft betrekking op verdediging van de belangen; over het "nut" van die belangen zélf valt te twisten. Wat is het nut van handhaving van eigenwaarde, van liefde, van de liefde voor mevrouw Y? – om weer even buiten de artificiële systemen te gaan. Maar gegeven deze belangen zijn de emoties – in principe – functioneel.

Mensen versus computers

Ik keer terug tot de uitgangsvraag: Kunnen computers voelen? De voorgaande analyse toont, meen ik, aan dat emoties of iets wat daarop lijkt in een artificieel systeem denkbaar zijn, en daar dan een zinvolle functie vervullen. Het is daarmee ook duidelijk waarom computers op het ogenblik, en vooralsnog, niet kunnen voelen. Er wordt te goed voor ze gezorgd. De stroomtoevoer is verzekerd. De technici staan steeds klaar. De laboratoriumtemperatuur is met thermostaten geregeld, zelfs bij een cryofiel. En – dat is natuurlijk het voornaamste –, mocht dat alles eens niet het geval zijn dan kunnen ze er niets tegen doen. Ze hebben – tot dusver – geen eigen actiemogelijkheden, buiten de informatieverwerking en, wat zelfsturende systemen betreft, buiten single-minded voortbeweging. Ze hebben dus ook geen belangen, in de zin dat de dispositie om bepaalde toestanden te handhaven of te bereiken het gedrag motiveert; de dispositie kan het gedrag hooguit bijsturen. Ze hebben geen belangen want ze kunnen er niets mee doen.

Nu is dat niet altijd waar. Een chemische fabriek met automatische pro-

cesbesturing vertoont veel van de genoemde eigenschappen: interruptsignaal, actiepatronen, signalisatie van verschillende soort gevaren, – ten aanzien van verschillende "belangen" dus. Toch mist ook zo'n systeem een aantal belangrijke emotie-attributen. Naast specifieke instrumentele handelingsvoorzieningen (zeg, de sprinklerinstallatie) beschikt ze maar over één stereotiep "algemeen" gedragsprogramma: dat van "distress", het hulpgeroep naar andere systemen (de operateurs dan) toe. Ze beschikt niet over relationele actietendenzen, – ze kan niet op de vlucht. Ze kan ook niet weten dat ze vluchten moet, of wil, terwijl dat onmogelijk is. Ze kent dus geen angst of smart.

Maar, zoals geschetst, is het ook anders denkbaar. De vraag dringt zich dan op: beschikt dat geschetste systeem over emoties in dezelfde zin als waarin dat bij mensen het geval is?

Het antwoord is complex en voor een groot deel twijfelend, omdat de functionele aard van veel in de menselijke emoties onzeker is, en vooral omdat de consequenties die het verwerkelijken van het één en ander, binnen een artificieel systeem, voor de andere eigenschappen van dat systeem heeft (organisatie, geheugengebruik, energietoewijzing enz.), onduidelijk zijn.

Om te beginnen hangt de emotionaliteit af van de belangen; en veel belangen die het menselijke bestaan beheersen zouden in geen artificieel systeem zinvol, of althans voor het eigen functioneren daarvan noodzakelijk, zijn. Warmte (of koude), verzorging, energietoevoer, – ja. Maar wat heeft een artificieel systeem (of wat heeft de mens in een artificieel systeem) aan voortplanting, aan het contact van plaatstalen epidermen, aan competitie, aan gevoel van eigenwaarde, aan liefde en een band met een mede-computer of zelfs met de operateur? Wat heeft een computer aan samenzijn en aan sympathie? Sympathie en liefde zouden wel nuttig zijn, als agressie-remmers, en wie weet wekken ze wederkerigheid bij de technici op; maar de wisselvalligheden van de omgeving zijn zodanig groot, de belangen, als men eenmaal aan dit soort dingen begint, zo tegenstrijdig en zo gauw gekwetst dat de kans op voordelen die op nadelen niet te boven lijkt te gaan.

Veel van de menselijke belangen stammen bovendien uit het blinde toeval van de evolutie – competitie bijvoorbeeld; en weer andere uit het feit dat wij mensen niet van de produktielijn komen maar aan de moederschoot zijn ontglipt, en al informatie verwerken vòòr we bedrijfsklaar zijn, – bijvoorbeeld de fixatie van de liefde op één persoon en de verwachtingen die we daarin, positief of negatief, koesteren.

Er is ook een grondtrek van de biologische hardware waarvan het nut, in een artificieel systeem, evenmin te zien is: de spontane activiteit. Mensen en dieren zijn spontaan actief: ze zoeken actie, ze zijn nieuwsgierig, ze hebben behoefte aan afwisseling, ze willen communiceren, zo maar, ze hebben informatie nodig om te blijven functioneren. Dat is nu eenmaal

zo, en er vloeien emoties uit voort – geboeidheid, verveling, overgave en eenzaamheid, en vooral ontroering, geluk en amusement. Maar een andere hardware, zonder moeder en vader, en zonder reticulaire formatie, zou het evengoed zonder dat alles kunnen doen. Denk ik tenminste, voor zover nu te zien is. Let wel: men zou dat alles best kunnen simuleren – in een kunstmatig systeem stoppen – maar ergens voor nodig lijkt het niet.

Een tweede eigenschap van het menselijk systeem is de verregaande onafhankelijkheid van de centrale verwerkingseenheid en het emotionele subsysteem. Dat een zekere onafhankelijkheid nodig is, is in het voorgaande betoogd. Bij de mens gaat deze echter ver, – zo ver dat men wel van bewustzijnsvernauwing of zelfs van loochening in de emotie spreekt.[2] Wie zijn rivaal kwijtraakt heeft daarmee zijn vriendin niet terug. Wie uit vrees voor liefdesverlies nabij dringt oefent druk uit die afstoot. Wie uit plankenkoorts de kaken niet van elkaar kan krijgen en zijn tekst vergeet – een vluchtpoging, zo men wil, of hulpeloosheidsvertoon, of een angstinhibitie – "vergeet" dat de bedreiging (het negatieve oordeel van het publiek), er alleen maar groter door wordt. Het lijkt allemaal een constructiefout. Het interruptsysteem werkt te sterk, gegeven de reële aard van de meeste risico's, en zelfs gegeven de aard van de risico's zoals de centrale verwerkingseenheid – het verstand – die in kan schatten: wat is er zo erg aan een niet-geniale voordrachtsprestatie; wat is er zo erg aan gedeelde liefde? Maar misschien betreft het niet een constructiefout. Eén mogelijkheid: het is een onvermijdelijk gevolg van de capaciteit om, àls het echt nodig is, pijlsnel en zonder nadenken voor de kogel te bukken of de vijand te verjagen; of dit zo is kan alleen door implementatie blijken. Andere mogelijkheid: het systeem – de mens dan weer – overschat de informationele beïnvloedbaarheid van de omgeving, de vertedering van het publiek door zijn onmacht, het overtuigen van de partner van zijn liefde door het vertoon van verdriet, – een constructiefout dan weer; òf het ontstaat uit de tegemoetkoming aan bijkomende belangen zoals de wens naar nauwe nabijheid uit de kindertijd en het vertonen van het gepreprogrammeerde volggedrag dat daarbij hoort (vgl. Tas, 1981); en een artificieel systeem zòu belangen makkelijker kunnen opgeven dan een natuurlijk systeem.

Een aantal andere menselijke trekjes komen uit de hebbelijkheden van de menselijke hardware. De dringendheid van het relevantiesignaal is verbonden aan de energiemobilisatie, en neemt veel van èn de verwerkingscapiciteiten èn de energie voor andere taken in beslag. Trillen, hartkloppingen, vlinders in de maag, ademnood, – ze putten uit, ze leiden af, ze

2. Op dit aspect van de emotie heeft vooral de psychoanalyse gewezen; zie met name de belangwekkende inleiding van Tas (1981) bij de vertaling van Sartre's Théorie des Emotions. De loochening is, zoals hij aantoont, wezenlijk in Sartre's magie-theorie, zowel als in veel van het emotioneel gedrag wanneer men dat met verstandig doen vergelijkt.

maken het moeilijk om zich te concentreren en helder te denken, óók waar het relevante actie ten aanzien van het totaal van de situatie betreft. Ook dat zou anders kunnen als men het voor het kiezen had. De farmaceutische industrie en het gedistilleerd laten zien welke wegen er nog voor kunstmatige systemen openstaan: dempende negatieve feedback, een soort automatische sterkteregeling, een overload protector.

Nu kent de menselijke emotionaliteit wel zo'n automatische sterkteregeling; alleen is deze gebrekkig en verre van automatisch, en ze brengt het werk van de centrale verwerkingseenheid in de war. Zij gaat in de psychologische literatuur onder de naam van afweer (Freud 1926) of van "secondary coping", – secundaire hantering (Lazarus 1966). Er zijn activiteiten, echte gedragingen zowel als mentale activiteiten, die erop gericht zijn de pijn, verwarring en opwinding te verminderen. Men kan de pijnlijke situatie – soms – uit de weg gaan, er niet aan denken of de implicaties ervan ontkennen. Men kan van het ene bed in het andere gaan. Men kan een ander de schuld geven van de ellende: woede is minder erg dan verdriet, minder machteloos. Men kan zich de situatie als nog wijzigbaar voortoveren door – vooral kinderlijk – beïnvloedingsgedrag: huilen, mokken en wat dies meer zij. Allemaal nogal omslachtig en, vooral, onverstandig omdat het aan de werkelijke relatie tot de werkelijke situatie niets verandert. Daar zit dus duidelijk ruimte voor verbetering in, welke dan ook sinds geruime tijd door de Boedda, Spinoza en Freud, en vele anderen, wordt bepleit. Alleen heeft men daar dan misschien wel een ander systeem, een andere hardware, een andere relatie tussen relevantie-signaal en cognitief verwerkingsapparaat voor nodig.

De hardware heeft nog meer consequenties die bij een andere hardware niet, of niet op die wijze, nodig zijn. Emoties putten uit, – op zichzelf en door de storingen in energietoevoer en onderhoudsbeurten die zij veroorzaken: gebrek aan eetlust en slapeloosheid. Ze veroorzaken, vooral op de langere duur, buitensporige slijtage: het bekende stress-syndroom. De storing in de energietoestand van het systeem benadeelt de effectiviteit van het inhibitieapparaat – we worden prikkelbaar en labiel – en roept andere, tot dusver sluimerende, belangen wakker: behoeften aan steun, afhankelijk-zijn, ontlasting van het beslissings- en verwerkingssysteem; en dat dikwijls juist terwijl wegval van steun en ontlasters de oorzaak van de narigheid is, de situatie verhoogde beslissings- en verwerkingsactiviteit juist nodig maakt en de gekwetste belangen juist de ontvankelijkheid voor àndere dan de weggevallen steun blokkeren en onmogelijk maken. Waar ligt de fout? Deels, zoals ik zeg, in de fysiologische hardware. Deels in een àndere eigenschap van de hardware: de onuitwisbaarheid van het geheugen. We kunnen niet naar wens vergeten. We kunnen niet vergeten wat we in de kindertijd geleerd hebben, – de eerder genoemde overschatting van de beïnvloedbaarheid van de omgeving bijvoorbeeld. We zijn ook erg slecht in het leren volgens bekrachtigingsprincipes, of liever, in het afleren bij

negatieve bekrachtiging. We kunnen niet zomaar belangen opgeven waaruit meer droefenis dan plezier voortkomt, onder het motto "niet goed, geld weg" (M. Frijda). We kunnen – constructiefout? – geen belangen uitvlakken die in de betreffende context geen zin meer hebben: niet alleen willen zijn, handig voor een baby, of op de savanne temidden van de luipaarden, of eventueel nog temidden van vriendelijk, belangstellend volk; liefde voor een bepaalde persoon, handig om te zorgen dat de moeder gevolgd wordt of dat de leden van de groep niet te zeer rivaliseren, of eventueel nog wanneer dat tot wederzijds genoegen blijft leiden. Maar misschien is het hier toch geen constructiefout en is de omgeving, met de belangen van de anderen daarin, nu eenmaal onzeker, wisselvallig en tegenstrijdig, zodanig dat geen enkel zinnig systeem èn de vruchten kan plukken van stabiele belangen èn niet lijden onder de consequenties daarvan.

En dan tenslotte: het voelen.

Het zal wel niet zinvol zijn om te zeggen dat een kunstmatig systeem kan voelen. De moeilijkheid is uiteraard dat er geen kriteria bestaan op grond waarvan dat kan worden uitgemaakt. Functioneel gesproken is er tussen de informatieverwerking van de voelende mens en van de "emotionele" computer geen noodzakelijk verschil, binnen de zojuist genoemde restricties. De gebruikte informatie en de wijze van verwerking kunnen principieel dezelfde zijn. Het gedrag en de condities daarvoor evenzo. Verslag laten uitbrengen van die informatie, van de evaluatie daarvan, van de betekenis voor het systeem, van de reacties en hun eventuele feedback: geen principieel verschil. Stel voor dat voor verhoogde warmteafvoer ten behoeve van reacties het koelwater met hogere druk door de buizen wordt gepompt, en dat de wanden van die buizen die hogere druk terugrapporteren: geen verschil. Maar of die computer dan "voelt"? Ik zou het niet durven beweren; alleen geldt dat, strikt genomen, ook ten aanzien van de medemens.

Slotopmerking

Welnu. Er is een computer denkbaar met "emoties", en wel emoties op een functioneel zinnige plaats. Echt emoties zoals bij een mens zijn dat niet, want we zijn voor iets anders gemaakt en uit ander materiaal. We zijn ingericht op sexualiteit met alles wat daarmee samenhangt, op communicatie om de communicatie en op informatie om de informatie. We trillen van emotie en de output komt er dan moeizaam en vlekkerig uit, met dikke tong. Maar juist door deze verschillen is ons inzicht in de menselijke emoties – en daar was het om begonnen – door deze gedachtenexercitie misschien wat verhelderd.

Literatuur

Arnold, M.B. 1960. Emotion and Personality, Vol. I. New York, Columbia University Press.

Averill, J.R. 1968. Grief: Its nature and significance. Psychological Bulletin 70, 721–748.

Bowlby, J. 1969. Attachement and Loss. Vol. 1: Attachement. Middlesex, Penguin Books.

Colby, K.M. 1963. Computer simulation of a neurotic process. In: S.S. Tomkins & S. Messick (eds). Computer Simulation of Personality. New York, Wiley.

Colby, K.M. 1975. Artificial Paranoïa: a computer simulation of paranoïd Processes. New York, Pergamon.

Freud, S. 1926. Hemmung, Symptom und Angst. Wien, Internationaler Psychoanalytischer Verlag.

Frijda, N.H. Psychologische theorie van de emotie. In: M. van Nierop (red.). Gevoel en Emotie. Meppel, Boom. In voorbereiding.

Gray, J.A. 1976. The behavioral inhibition system: a possible substrate for anxiety. In: P. Feldman & A. Broadhurst (eds). Theoretical and Experimental Bases of the Behavior Therapies. London, Wiley, 3–42.

Lazarus, R.S. 1966. Psychological stress and the coping process. New York, McGraw-Hill.

Newell, A. & Simon, H.A. 1972. Human Problem Solving. Englewood Cliffs, Prentice Hall.

Sartre, J.P. 1934. Esquisse d'une theorie des émotions. Paris, Hermann. (ned. vert. Magie en Emotie, inl. en vert. L.M. Tas. Meppel, Boom).

Schank, R.C. & Abelson, R.P. 1977. Scripts, Plans, Goals and Understanding. Hillsdale, Erlbaum.

Simon, H.A. 1967. Motivational and emotional controls of cognition. Psychological Review 74, 29–39.

Tas, L.M. 1981. Inleiding bij de vertaling van J.P. Sartre, Magie en Emotie, 2e druk. Meppel, Boom.

Wegman, C. 1979. Psychoanalyse en Kognitieve psychologie. Academisch Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen.

Winston, P.H. 1977. Artificial Intelligence. Reading, Addison-Wesley.