

RECREATIEVE INFORMATICA

Rede

Uitgesproken op de eenenzeventigste dies natalis
van de Erasmus Universiteit Rotterdam
op 9 november 1984

door

Prof. Dr. J. Verhoeff

*"No compulsory learning can remain in the soul...
In teaching children, train them by a kind of game,
and you will be able to see more clearly the
natural bent of each."*

(Plato, The Republic, Book VII)



Dames en heren,

Het onderwerp van hedenmiddag zal zijn computers en recreatie, of wat deftiger gezegd: de recreatieve toepassingen van de informatica. Dergelijke toepassingen vinden reeds op grote schaal plaats - men denke slechts aan de bekende video-spelletjes - maar ik ga een pleidooi houden om deze activiteiten serieus te nemen door ze tot een apart vak te verheffen. Uit het vervolg zal blijken dat de toepassingen op de recreatie uitdagende problemen voor de informatica opleveren.

Wat psychologische opmerkingen.

De recreatieve toepassingen verschillen evenveel van de bedrijfsmatige als een detective-roman van een telefoonboek. De één moet je lezen om te weten wat je er aan hebt, terwijl het bij de ander direct duidelijk is dat je dat vooral niet moet doen.

De gangbare opvatting, dat een telefoonboek bol staat van de informatie, is in strijd met mijn visie op het begrip informatie. Voor mij is informatie een actuele gebeurtenis, die onderscheiden moet worden van de beschrijving ervan. In de Zen-leer wordt een herinnering gezien als het lijk van een ervaring, evenzo zie ik een gegeven als dode informatie.

Om informatie te kunnen ontvangen heeft men eerst een vraag nodig, men moet nieuwsgierig zijn naar het antwoord en als men dat antwoord krijgt, dan

X ontvangt men informatie, dat wil zeggen uitsluitsel over de onzekerheid. Informatie heft de onzekerheid op, die in de vraag besloten is. Bij gebrek aan een betere term noem ik zo'n vraag, of liever gezegd de onzekerheid die de vraag veroorzaakt, anti-informatie. Een telefoonboek bevat geen vragen, slechts antwoorden; de vragen moeten van buiten komen. Een detective-roman daarentegen bevat voornamelijk anti-informatie. Men zou kunnen zeggen 1% informatie in de ontknoping en de rest dient om de lezer in verwarring te brengen en is als zodanig dus anti-informatie. In "Het veilige gevoel" van Janwillem van de Wetering bevindt zich de informatie aan het eind in vier gesloten pagina's. Dit is uiteraard een vereenvoudigd beeld, daar zo'n roman gewoonlijk is opgebouwd uit stukken anti-informatie gevolgd door (een beetje) informatie. Dit is vergelijkbaar met een schaakpartij waar de grote vraag is wie er zal winnen. De partij bestaat uit een reeks deelavonturen, na iedere zet is het weer de vraag wat de tegenspeler zal antwoorden.

Hoe onwaarschijnlijker, en dus verrassender, het antwoord op een vraag is, des te meer informatie men krijgt. Het ja-woord van een bruidegom is veel minder informatief dan de uitkomst van een kruis-of-munt worp.

In de informatietheorie heeft men een maat voor de hoeveelheid informatie geformuleerd: één bit is de hoeveelheid informatie in het antwoord op een ja-nee vraag als de kans op de beide antwoorden gelijk is. In principe kan men de hoeveelheid informatie

van een antwoord in bits uitdrukken. Ik schat de informatie van het ja-woord op minder dan één milibit, terwijl het nee-woord tientallen bits groot is, het is alleen zo jammer dat dat zo weinig voorkomt. Het is als met een loterij, de kans op een grote prijs is helaas zo klein. De hoeveelheid anti-informatie, die de vraag bevat, is de verwachting van de opbrengst, dat is het gemiddelde aantal bits dat men zou krijgen als men de vraag vaak genoeg zou kunnen stellen. De moeilijkheid is natuurlijk waarover men moet middelen.

Men moet zeker niet duizend keer vragen of een bepaalde bruidegom ja heeft gezegd, want dan kan men duizend keer hetzelfde antwoord verwachten. Hoewel dit zinvol zou zijn als de bruidegom onduidelijk sprak en men duizend getuigen wil ondervragen.

Ik schat de anti-informatie van deze vraag op één centibit, omdat men een doodenkele keer een stuk of tien bits krijgt, maar vrijwel altijd met een milibit tevreden moet zijn. Dan moet je ook maar niet naar de bekende weg vragen.

Het zal duidelijk zijn dat de hoeveelheid informatie of anti-informatie persoonsafhankelijk is; wat voor de één een vraag is, is voor de ander een weet. De interactie van een individu met de omgeving gebeurt op drie verschillende manieren. In de eerste plaats is er een uitwisseling van materie, zoals eten en drinken en kadootjes krijgen. In de tweede plaats is er een uitwisseling van energie, zoals klappen krijgen en terugslaan. In de derde plaats onttrekt men informatie aan de omgeving en

met anti-informatie beïnvloedt men de omgeving.

Bekend is het voorbeeld van de vader die, geplaagd door het trommeltje van zijn zoontje, deze vraagt of hij weet wat er in het trommeltje zit.



In de journalistiek aast men wel op nieuws, dat is een antwoord op een

vraag die vaak niemand nog gesteld heeft, waarvan men verwacht dat het voor de meeste lezers een hoge informatie-inhoud heeft. Mannen die honden bijten en bruggen die instorten, dat is nieuws. Daarom kan een nee-zeggende bruidegom, zoals één van mijn vrienden, de krant halen. Bij dit soort nieuws gaat het er niet om wie welke hond bijt of welke brug instort, maar dat er zoiets ergens is gebeurd. Het is weliswaar nog mooier als de hondenbijter een bekende is, of van een soort waarvan je verwachten mag dat ze honden vriendelijker bejegenen of als de ingestorte brug bekend is, bijvoorbeeld doordat ze de vorige week pas geopend werd. Heel anders wordt het als je door het instorten van die bepaalde brug voortaan dertig kilometer per dag moet omrijden. Dit heeft te maken met de waarde van informatie en dat is een geheel andere zaak! Die hoeft, hoewel dit vaak wel het geval zal zijn, niets te maken te

hebben met het aantal bits.

In een Economische faculteit is het vermoedelijk bon ton om die waarde in geld uit te drukken, maar ik spreek liever in termen van de mate waarop je leven wordt beïnvloed door het antwoord op de vraag. Ik zal niet ontkennen dat geld, mits in voldoende hoeveelheden aanwezig of afwezig, het leven kan beïnvloeden, maar ik dacht meer aan vragen à la: is dit geritsel van een beer of van een muis? De echt interessante vragen gaan over onze primaire levensbehoeften, dus uiteindelijk over leven of dood. De tijd tussen het hebben van een vraag en het krijgen van het antwoord is een spannende tijd. In die tijd probeert men te speculeren over het mogelijke antwoord en over de consequenties. Men probeert als het ware de anti-informatie te verminderen door de kansen op de verschillende mogelijke antwoorden te taxeren. Verveling is het ontberen van dergelijke spanningen. Hoelang een dergelijke spanning mag of moet duren is weer een subjectieve aangelegenheid. Te lang durende onzekerheden werken frustrerend en een antwoord krijgen voor men voldoende lang met de vraag heeft geleefd ook. De kunst van het moppen tappen heeft hier alles mee te maken, de kunst van goed onderwijzen eveneens. In de journalistiek is dit bekend, een kaping die dezelfde dag werd opgelost is minder spannend dan één die dagen duurt. Het moet natuurlijk geen jaren duren, dan gaat het van de voorpagina af en komt het in de kleine lettertjes voor de volhouders en de familie.

Samenvattend dus eerst een vraag, dan een spannende tijd, daarna de informatieconsumptie, gevolgd door acties of nieuwe vragen. Ook dit is een vereenvoudigd beeld. Als regel zal men in de tijd dat men over het antwoord speculeert nieuwe vragen oproepen, een proces dat ieder, die wel eens wetenschap heeft bedreven of ter observatie in een ziekenhuis is geweest, zal herkennen. Dit proces bevredigt een psychologische behoefte los van recreatie. Recreatie geeft een aanvulling, als er niet voldoende in deze behoefte wordt voorzien door andere activiteiten.

Geachte toehoorders, er is een verband tussen de **Welvaartsmaatschappij en recreatie.**

Het menselijke gedrag lijkt vaak tegenstrijdig, ieder wil een auto en daarna klaagt men over te weinig lichaamsinspanning en te veel files. We vinden veel technische hulpmiddelen uit die het werk verlichten, om daarna te klagen over werkloosheid en verveling. We vechten voor betere sociale voorzieningen en verbazen ons over het hoge ziekteverzuim. Men zou ook kunnen zeggen dat de mensen weinig oog hebben voor de neveneffecten van allerlei maatregelen. Een neveneffect van de grote welvaart is dat men van de primaire levensbehoeften verzekerd is en daardoor een stukje spanning mist. Een neveneffect van de goede communicatie is dat de vragen sneller beantwoord worden, waardoor de spanning te kort duurt. Uitgebreide sociale en andere verzekeringen verminderen, voor een deel, de effecten van onaan-

gename gebeurtenissen. In de moderne informatie-maatschappij is er een groot aanbod van gegevens en weinig consumptie van informatie.

In de Holst-lezing, december vorig jaar, stelde Joseph Weizenbaum de paradoxale rol van de computer aan de kaak. De gecomputeriseerde wapensystemen maken de wereld eerder onveiliger dan veiliger. Automatisering van eentonig, geestdodend werk geeft verveling door te veel vrije tijd.

Interessant is het dat Plinius in het begin van onze jaartelling de paradoxale rol van het ijzer beschreef. Aan de ene kant, dank zij de ploeg een grotere rijkdom aan voedsel, aan de andere kant de pijl, de meest verfoeilijke uitvinding van de mens, waarmee hij de dood vleugels geeft en op afstand kan toedienen.

Nog geen halve eeuw later voorzag Keizer Vespasianus een algehele werkloosheid als men het waterrad verder zou invoeren. Ik voel me dus in goed gezelschap als ik nu voorspel dat de anti-informatie aan het opraken is.

Er is een levendige handel in anti-informatie. Ik noemde al de detective-roman en de nieuwsmedia. Heel duidelijk geldt dit voor loterijen en in het algemeen de gokindustrie. Met een lot koop je onzekerheid en tot de trekking kan je fantaseren wat je zal doen als je de hoofdprijs wint. Degenen, die vinden dat het niet eerlijk is dat de loten meer kosten dan de uitgekeerde prijzen, vergeten dat het verschil de prijs is van de anti-informatie. Men koopt een illusie en dat is een boel waard. Het zou

dom zijn om een lot de avond voor de trekking te kopen, want dan komt men niet aan zijn trekken. Het fraaie van een loterij is dat door één grote prijs de waarde van de informatie groot lijkt, een miljoen betekent immers een ander leven. Bij het Russisch Roulette is men er nog beter in geslaagd de uitkomst van levensbelang te maken.

Als men even heel simplistisch stelt dat werken het geheel van handelingen omvat die nodig zijn om, redelijk comfortabel, naar de eisen van de vigerende cultuur, in leven te blijven of de soort in stand te houden, dan is het opvallend dat door de eeuwen heen de werktijd steeds werd verkort. Dit ondanks het feit dat men voortdurend hogere eisen stelde aan wat redelijk comfortabel geacht moest worden binnen de cultuur. Anders gezegd, activiteiten die eens als luxe werden beschouwd, werden later tot werken verheven. Was één bard per stam weleer een luxe, thans "werken" vele mensen bij radio en TV! Het tijddoden is blijkbaar een professie geworden (betaalde tijdmoordenaars).

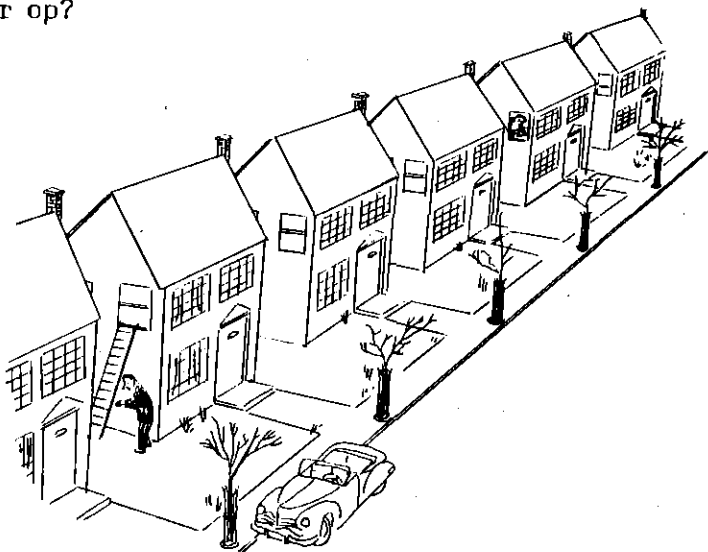
Bij het werken komt de anti-informatie van buiten; als men honger heeft, dan moet men eten zoeken, als er een beer komt moet men vluchten of vechten. Kortom, werken bestaat uit een aantal verplichte figuren. De informatie, die men nodig heeft om als werker te functioneren, is specifiek en gedicteerd door de omstandigheden. Men is niet geïnteresseerd of er ergens een brug is ingestort, maar men wil wel weten of de brug, die men morgen nodig heeft, nog intact is.

Bij de recreatie mag men handelingen verrichten, die niet rechtstreeks nodig zijn voor het in stand houden van de soort. Na inspannend werk is een ontspannende recreatie geboden. Na saai werk is een meer avontuurlijke recreatie aangewezen. Eén trend is mijns inziens duidelijk, het werk wordt "saaier", mede als neveneffect van de automatisering, en de recreatiebehoefte dus groter.

Het versaaien van het werk komt mede doordat het verband tussen het werk dat men doet en de instandhouding van het ras, indirecter wordt. Iemand die een aanmaning klaar maakt voor het betalen van de hondenbelasting, voor iemand anders, die hij niet kent en voor een hond, die hij niet kent, ziet niet direct de relatie met zijn voortbestaan. Ook heeft de omvang van zijn prestaties geen relatie met zijn beloning. Dit geldt des te meer, daar hij, in geval van ziekte, gewoon doorbetaald krijgt, waardoor de instandhouding, van hem en de zijnen althans, gegarandeerd blijft.

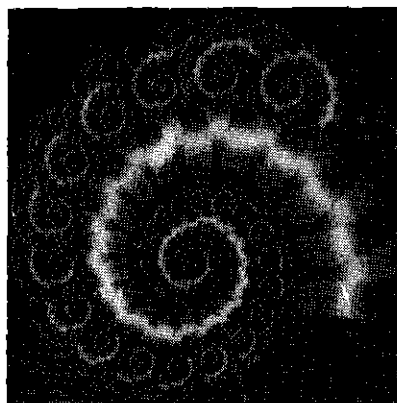
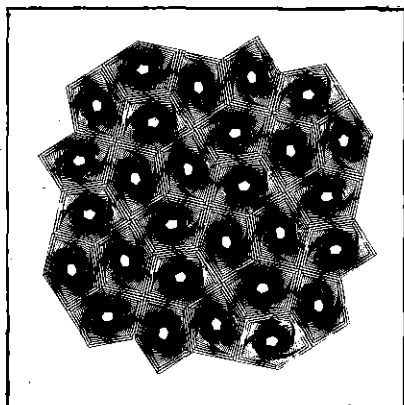
Nu we het toch over honden hebben wil ik deze gelegenheid aangrijpen om een fel protest te laten horen tegen de hondebrok. Deze bevat te weinig anti-informatie! Het is optimaal samengesteld voer van een gruwelijke, eenvormige, saaiheid. Het deelt deze eigenschappen met flats, rijtjeshuizen en vele lesprogramma's. Onze hond krijgt altijd iets droevigs in zijn blik als we haar brok opdienen, zij stelt de consumptie vaak uit tot ze echt honger heeft. Onze schapen schijnen geen bezwaar te hebben tegen uniform voer, maar die zijn misschien wat

dommer. Ik heb wel eens de indruk dat men de leerlingen graag als (makke) schapen ziet. Ik kan me inderdaad moeilijk een school met jonge honden voorstellen, maar lijken onze kinderen daar niet meer op?



Het is erg jammer dat de automatisering, met de daarbij vaak samengaande grootschaligheid, tot dergelijke versaaing leidt. Ik heb gelukkig nog niemand horen beweren dat ruitjes- of behangsel-papier computerkunst is. Het tegendeel is waar, zoals u kunt zien (er worden enige fraaie voorbeelden van computerkunst getoond).

Ik constateer dus dat het belang van recreatie toeneemt, omdat het "normale" leven steeds minder "avontuur" biedt. Na de doperwtjes in blik krijgen we straks het avontuur in chip en dat is beter dan niets.



Zeer gewaardeerde toehoorders, laat ons stilstaan bij **de technische mogelijkheden.**

Van echtgenotes en de techniek zegt men wel dat deze ons trouw bijstaan bij het oplossen van problemen, die wij niet zouden hebben als zij er niet waren. Zo ook hier, dankzij de moderne micro-elektronica, zijn er recreatiemogelijkheden van ongehoorde potentie. In de V.S. heeft bijvoorbeeld de video-game industrie een omzet die groter is dan die van de commerciële televisie of de filmindustrie van Hollywood. Dale Peterson meldde vorig jaar dat er in de VS tweeëndertig miljard kwartjes per jaar door de sleufjes van de spelmachines glijden. Veel ouders maken zich zorgen als ze hun kinderen, met een zombie-achtige blik in de ogen, in symbiose met de machines zien leven. Men vraagt zich af of de prijs niet te hoog is om ze op deze wijze van de

TV weg te houden. Overigens is de helft van de spelers, volgens Loftus en Loftus, boven de zesentwintig. Veel volwassenen vinden bij de videospelen een geestelijke ontspanning, die zij ervaren als een therapie, vele malen goedkoper dan een psychiater, aldus Sherry Turkle.

Hoewel de pinball-machines aanvankelijk elektromechanisch waren, zijn ze de laatste tien jaar volledig gecomputeriseerd. De arcades of spelgalerijen, waar de jeugd zich aan de machines verslingert, hebben net zo'n goede naam als de bioscopen zeventig jaar geleden. Men vreest dat de kinderen daar slechte contacten opdoen en dat ze door gewetenloze exploitanten worden uitgebuit. Bovendien zouden ze tot misdaad worden gedreven om de benodigde spelguldens te bemachtigen. De huiscomputers zijn echter al duidelijk een concurrent van de arcades, juist zoals de TV het bioscoopbezoek beconcurrerde. Het gevolg hiervan is dat de game-industrie zich anders gaat opstellen. Het is een industrie met een miljarden-markt die in het verleden vrijwel niets aan marktonderzoek heeft gedaan of behoefde te doen. Vandaar dat men, nu de markt wat stagneert, geld begint uit te geven aan research en marktonderzoek.

Veel hoort men de klacht dat de geboden spelletjes zo agressief zijn. Mijns inziens kan men er terecht aan twifelen of de speler het afschieten van lichtpuntjes op gestileerde "ruimteschepen" associeert met het vermoorden van de bemanningen. Men zou zich evenzo bij het knikkeren kunnen voorstellen

dat de knikker een raket is op weg naar één of ander doel. Hoe het ook zij, de race-games, waarbij het punten oplevert als je kans ziet voetgangers te raken, oogsten zeker geen algemene waardering. Dat de films, de TV en het nieuws ook niet zo vrede-lievend zijn, wordt tegenwoordig blijkbaar in be-rusting aanvaard. Van deze uitspraak heb ik spijt, want deze zou mogelijk suggereren dat ik vind dat men er maar aan moet wennen. Het tegendeel is waar, mijn mening is dat we er juist naar moeten streven betere games te maken. Daarom geloof ik dat het belangrijk is dat we het spel serieus nemen door op de universiteit mee te spelen en het niet alleen aan de commercie over te laten wat er geboden zal worden.

De top game-ontwerper Chris Crawford stelt dat de computergames nu al lijden aan het massamarktsyn-droom. Wat sex en geweld is bij film en TV is het neerknallen van monsters bij de computergames. Hij stelt verder dat er behoefte is aan kleine markten als testgrond voor nieuwe ideeën en als vluchthaven voor de degenen die de grauwe middelmaat willen ontsnappen of behept zijn met een smaak die boven het gemiddelde ligt. Een goed terrein voor univer-sitair onderzoek.

Het staat als een paal boven water dat de elektro-nica de jeugd iets biedt waar zij kennelijk behoef-te aan heeft. Na het voorafgaande zal het niemand verbazen dat dit in de eerste plaats anti-informa-tie met de daarbij behorende spanning is.

Hoewel een automaat de naam heeft volgens vast patroon te reageren - in de volksmond zegt men immers dat iemand als een automaat handelt, juist als hij een voorspelbaar gedragspatroon heeft - is de computer zeer geschikt om anti-informatie te genereren. In feite is de computer een gokapparaat bij uitstek, zoals ieder tot zijn schade wel eens ervaren zal hebben.

Het geboden spel moet iets verrassends bieden. Daarom is het in de game-industrie ook een voortdurende race om nieuwe lekkernijen te brengen. Het is duidelijk een modeartikel. Een nieuwe spelmachine moet, in de V.S., in zes weken zijn geld opgebracht hebben en als hij daarna nog gebruikt wordt, is dat mooi meegenomen. In dit licht bezien is het verbaazingwekkend dat men de klacht hoort dat een home-video-game na een half jaar verveelt, alsof de kinderen met één indianenverhaal zo lang doen.

Er is echter meer, de games bieden de speler een kunstmatige omgeving, waarin hem, behalve anti-informatie, de mogelijkheid geboden wordt er invloed op uit te oefenen. In de moderne maatschappij is het gevoel van onmacht, vooral voor de jeugd en andere gehandicapte groeperingen, een grote bron van frustratie. Op school wordt het accent meer gelegd op het leren aanpassen dan op het leren de omgeving naar de hand te zetten. Men wordt meer getraind in het geven van (bekende) antwoorden dan in het stellen van vragen. Het is zelfs een belangrijk onderdeel van onze cultuur dat men geleerd heeft bepaalde vragen niet te stellen.

Er is een lichtpuntje, zoals Casimir lang geleden reeds opmerkte. Het is namelijk zo fijn dat onze kinderen het belangrijkste reeds geleerd hebben als ze op school komen. Thuis leer je lopen, op school leer je stilzitten, thuis leer je praten, op school leer je zwijgen.

Dit doet me denken aan het onderzoek dat men bij het Batelle instituut gedaan heeft over creativiteit en leeftijd. Men wilde de stelling toetsen dat de mens na zijn veertigste jaar niet meer creatief zou zijn. Dit bleek het geval in de zin dat slechts twee à drie procent nog creatief was. Ik zie de jongeren in de zaal al gnuiven, maar pas op. Men onderzocht namelijk ook een groep tussen de dertig en de veertig en daarvan was slechts twee à drie procent creatief. Nader onderzoek bracht aan het licht dat er zo tussen het zesde en zevende levensjaar een omslagpunt was. Daaronder ruim tachtig procent en daarboven zakte dat snel in tot een paar procent, toevallig ook de leeftijd waarop men zich aan het schoolstelsel moet onderwerpen. Cynici zeiden: "Zie je wel, de school doodt de creativiteit". Ik ben dan ook niet erg gelukkig met de verlaging van de leerplichtige leeftijd.

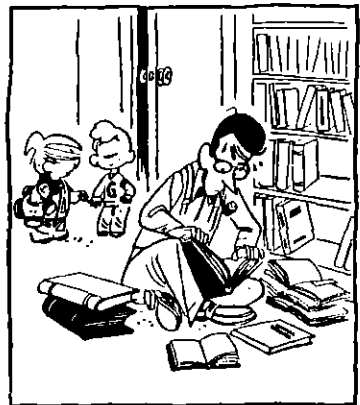
Dames en heren laten we nog even teruggaan naar het telefoonboek.

Bij een telefoonboek, zoals gezegd, moet men de vragen, dat is de anti-informatie, zelf leveren. Het telefoonboek is niet optimaal ingericht voor de beantwoording van veel voor de hand liggende vra-

gen, die met dit boek beantwoord kunnen worden. Ik denk aan vragen als de langste rij stijgende telefoonnummers, het grootste ondeelbare telefoonnummer en het vinden van een naam bij een gegeven nummer. Waar het om gaat is dat een telefoonboek en in het algemeen elke grote verzameling gegevens, een potentiële bron van informatie is, men dient zelf voor de vragen te zorgen. Ik stel dat dergelijke gegevensverzamelingen potentiële informatie bevatten, naar analogie met de potentiële energie van een accu en van het mes van een guillotine.

Hiertoe behoren databanken, encyclopedieën, spoorboekjes, getijtafels en nog veel meer. Opgemerkt moge worden dat de ene verzameling potentiële informatie meer uitdaagt tot het stellen van vragen, dan de andere. Zo is een telefoonboek typisch geen prikkelende lectuur. De kunstmatige omgeving, die een spel biedt, bestaat ook uit potentiële informatie, die de speler moet prikkelen tot het stellen van vragen, dat is het genereren van anti-informatie.

Er gaat niets boven het zoeken naar een antwoord op een vraag, die men zelf heeft gesteld. Het is opvallend dat kinderen - beneden de zes - vol vragen zitten, iets wat ze op school wel afleren. Thuis mag je vragen stellen, op school moet je antwoorden leren.



"BOY, DID I ASK A QUESTION THIS TIME!"

Veel schoolkennis bestaat uit pakketjes vragen en antwoorden, dit soort kennis heeft het nadeel dat ze aan bederf onderhevig is. In een schoolopleiding leerde je hoe een lek in een loden pijp gedicht moest worden. In de praktijk gekomen vond je vrijwel uitsluitend plastic pijpen. Veel beter is het te leren hoe je een antwoord op een gegeven vraag kan vinden. Dit is vooral relevant in een maatschappij waar volop verzamelingen potentiële informatie worden aangeboden. Het beste onderwijsdoel is echter is het leren stellen van vragen, ik bedoel het niet afleren van het kunnen stellen van vragen. Daarmee wordt anti-informatie gegenereerd en dus werk voor de antwoordzoekers.

It takes all kinds to make a world!

Ook in de wetenschap is het bekend dat het stellen van één goede vraag een impuls tot veel onderzoek geeft.

Mijn vrouw merkt in dit verband op dat ze het soms moeilijker vindt om te verzinnen waaruit de maaltijd zal bestaan dan om die te bereiden. Er bestaat gelukkig nog geen mensenbrok!

Introductie van computers op school biedt de mogelijkheid tot ontdekkend en onderzoekend leren, iets waar de spelvorm zeer geschikt voor is. Laat het leren weer spelen worden, want spelen is altijd leren.

Geachte toehoorders, het is typisch wetenschappelijk om te komen tot

een classificatie van recreatie vormen.

Er zijn verschillende globale criteria waarmee men spelen kan indelen.

Een voor de hand liggend indelingscriterium is het aantal deelnemers aan het spel. Hierbij is het van belang of de deelnemers in samenwerkingsverbanden optreden - voetbal, bridge - of uitsluitend voor zichzelf spelen - solitaire, schaak. Er zijn natuurlijk ook andere situaties met een minder duidelijk spelkarakter, zoals dansen (plezier voor twee) en TV kijken.

Een tweede invalshoek is wat ik de speelruimte zou willen noemen. Ruimte is bedoeld in de zin die men er in de abstracte wiskunde aan geeft, als de verzameling van mogelijke (toe)standen. Die ruimte kan discreet zijn (zoals bij schaken of dammen) of continu (oneindig veel spelsituaties, zoals bij biljarten en voetballen). Er is vaak sprake van een kunstmatige discretisering doordat men via afspraken allerlei situaties als identiek beschouwt. Dit is een voorbeeld van classificatie, men vat een hele klasse op als één stand. Zo is het bij het schaakspel irrelevant waar een stuk zich binnen een veld bevindt of bij nim (het spel met de hoopjes lucifers) is het van geen belang hoe de lucifers zich in een hoopje opstellen (in tegenstelling tot bij mikado). Om grensgevallen te vermijden moet men wel "netjes" spelen.

Een derde invalshoek betreft het spelverloop, dat

wil zeggen de wijze waarop dat aan regels is gebonden. Voor de hand liggend onderscheid is het synchrone dan wel het asynchrone spel. Voetbal en boksen zijn asynchroon, schaken en biljarten synchroon. Bij asynchrone (asynchroon gespeelde) spelen doet men een "zet" zodra men dat wil, bij synchrone (synchroon gespeelde) spelen is er een zet-discipline in de zin dat men aan de beurt moet zijn. Men zou dit een interne synchronisatie kunnen noemen in tegenstelling tot een externe die het zetten afhankelijk stelt van een externe "klok". Het dansen op de maat van de muziek is één voorbeeld, een gongschaakwedstrijd - een aantal schaakpartijen worden tegelijk gespeeld en de speler die aan zet is moet de zet uitvoeren als de gong gaat - een ander. Het schaken zou een geheel ander spel worden als men een asynchroon verloop toestond, het voetbal ook als men het synchroniseerde, hetzij intern, hetzij extern (misschien wel leuk gongvoetbal). Dansen geeft door de externe synchronisatie een soort saamhorigheidsgevoel een gongschaakwedstrijd niet. Asynchroon dansen heet, geloof ik, hossen.

Een vierde invalshoek is de kennis die beschikbaar is voor de spelers wat betreft de stand (dat is de plaats in de speelruimte). Schaken heet een spel met volledige informatie, daar beide spelers bekend zijn met de stand. Bridge, zeeslag en patience zijn voorbeelden van spelen met onvolledige informatie, daar niet elke speler volledig op de hoogte is van de "stand". "Can I" is een variant van het schaken

waarbij de spelers geen volledige informatie hebben. Men speelt dat met drie personen, twee spelers en één arbiter. De spelers zetten normaal om de beurt, maar kunnen van elkaar niet zien of horen welke zet ze doen. De arbiter ziet dat wel en hij houdt de volledige stand bij. Hij informeert een speler (hoorbaar voor beide spelers) als deze iets slaat, schaak geeft of een onreglementaire zet tracht te doen. Dit spel is vooral leuk voor de toeschouwers, die wél een volledig beeld van de (meestal absurde) stand hebben. De arbiter is in feite een deel van het spelmateriaal, net als de "passieve speler" bij mastermind, wat dan ook eigenlijk een solitaire is. Deze rol zou uitstekend door een computer gespeeld kunnen worden. Ik heb nog geen arbiter-programma voor Can I gezien, laat staan een Can I programma. Het is mogelijk dat bij Can I toeschouwers even essentieel zijn als bij voetbal.

Een andere manier om het schaken te vervormen tot spel met onvolledige informatie is het schaken met een zakpaard. Hierbij hebben beide spelers één der paarden in de zak en het is een legale zet om dat paard op het bord te plaatsen, zij het dat men dan daardoor geen schaak mag geven of een stuk slaan. Dit is een interessante variant, omdat die laat zien dat een uitgevoerde dreiging minder erg is dan een onuitgevoerde. Zodra het zakpaard zich op het bord bevindt is het een gewoon paard, terwijl de tegenstander dan nog een zakpaard heeft. De ervaren zakpaardschakers houden het dan ook in de zak. Er

zijn twee uitzonderingen: als men mathematisch zeker kan winnen met een zakpaardzet of als wanhoopszet. Lugubere analogie vindt men bij het gebruiken van de atoombom in de tweede en het gifgas in de eerste wereldoorlog. Bijzonder interessant is de combinatie van Can I met een zakpaard. Deze verschilt namelijk in niets van het gewone Can I, daar de tegenstander toch niet weet waar het paard huist. Een illustratie van het feit dat een volkomen geheim wapen weinig waarde heeft. Geef dus van tijd tot tijd subsidie aan de spionageafdeling van de vijand.

Het is ook mogelijk dat de spelers geen volledige kennis hebben van de spelregels. Dit lijkt erg op de onzekerheid die een avonturier (of vakantieganger) zich op de hals haalt als hij streken met een hem onbekende cultuur bezoekt.

— Een vijfde indelingscriterium is de behendigheid nodig voor het uitvoeren van een "zet". Bij schaken is die gering en onbelangrijk; als iemand, door een of andere lichamelijke handicap, dit niet zou kunnen doen, dan zou hij toch best wereldkampioen kunnen worden met de hulp van een handlanger, die de door hem aangegeven zet uitvoert (denk ook aan correspondentie schaak). Bij biljarten (of boksen) lijkt dat ondenkbaar. Dit is, terzijde opgemerkt, de manier waarop de computer in het algemeen -en de blindschaker in het bijzonder- schaak speelt. Tegenwoordig zijn er programma's die de computer, met behulp van een grijpertje, de stukken zelf laat verzetten. Zou een computer ooit kunnen biljarten?

In elk geval lijkt dat gemakkelijker dan tafeltennis.

— Een zesde criterium is de mate waarin "geluk" een rol speelt in het spel. Bij schaakachtige spelen blijft dat beperkt tot de loting die bepaalt wie er mag beginnen, bij het bridge is het geluk van groter belang. Er is een schaakvariant mogelijk waarbij men de beginstand loot. De spelen waarbij het "geluk" essentieel is, hebben een psychologisch voordeel; zo kan men bijvoorbeeld een slecht resultaat afwentelen op de slechte kaart. Dat zoiets bij schaak niet kan is het grote verdriet van de schaker: hij alleen is verantwoordelijk als hij verliest. Toegegeven moet worden dat ook de schakers alibi-verschaffende argumenten voor verlies aandraagen. Het meest sympathieke is dan misschien nog wel het overdrijven van het onwaarschijnlijk goede spel van de tegenstander.

Nimzowitsch deed dat wat minder aardig; als hij verloor van een "outsider" klom hij op de tafel en riep uit: "Von diesem Idioten habe ICH verloren!"

Ik vraag me af of het een criterium is dat de uitvoering van een "zet" wordt beïnvloed door het "geluk" of de "nukken van de natuur". Dit speelt een rol bij het biljarten, maar zeker bij het boogschieten als er bijvoorbeeld rukwinden zijn.

Casimir onderscheidt de tijds-critische en de tijds-onafhankelijke spelen. Een kenmerk dat erg belangrijk is vanuit een programmatisch oogpunt. De meeste sporten en arcade-games zijn tijds-critisch, terwijl de typische denksporten dat veelal niet

zijn. Ook hanteert hij het kenmerk van de mate van abstractie van een spel. Een spel is abstracter als men minder kennis van de werkelijkheid nodig heeft om het goed te kunnen spelen.

Er is ook een indeling die meer slaat op de rol van de speler, namelijk de first-person-games en de third-person-games. Bij de laatste soort is de speler een buitenstaander, die een kunstwereld manipuleert, zoals de schaker de stukken op het bord. Bij de eerste soort daarentegen opereert de speler als het ware binnen de spelwereld, zoals een voetballer. De spelers in de automatenhallen hebben in het algemeen voorkeur voor de first-person-vorm.

Zoals reeds met de voorbeelden is gesuggereerd, geeft een indeling volgens verschillende criteria de mogelijkheid om nieuwe spelvormen te ontdekken of, zo u wilt, uit te vinden.

Ook geeft deze indelingsmethodiek de mogelijkheid om te beoordelen in welke spelen de computer sterk zal (kunnen) zijn. Zo is de computer beter in discrete dan in continue ruimtes. Ook is de computer beter in synchrone dan in asynchrone werkwijzen. Volledige informatie is gemakkelijker voor de computer dan onvolledige (voor ons ook?).

Beter wil vaak zeggen: gemakkelijker programmeerbaar. Het spreekt vanzelf dat men de computer het eerst toepast op die spelen die zich daar beter toe lenen.

Dames en heren, bij een gelegenheid als deze is het gepast om te trachten

toekomstige technische ontwikkelingen

in de beschouwingen te betrekken. De technische ontwikkelingen zullen zich naar mijn mening in een verhoogd tempo voortzetten en naar ik hoop zal dat ook het geval zijn met vermogen van de mens om deze betere mogelijkheden uit te buiten.

Er is altijd enige tijd nodig voor men ontdekt wat de mogelijkheden van een nieuwe technologie zijn. De eerste toepassingen zijn helaas meestal van krijgsvuchtige aard. Daarna komen typisch de professionele, bloedserieuze toepassingen zoals in de geneeskunde, de produktie en de administratie (de heilige koeien van onze maatschappij). Het professionele systeem van het onderwijs is vaak een uitzondering in de zin dat men daar bij voorkeur wat achter loopt. Ondanks de weerstanden van de dominante professies worden vele technologieën toch algemeen beschikbaar.

Maar, zoals reeds werd opgemerkt, men heeft tijd nodig om tot een appreciatie van de mogelijkheden te komen. Zo gebruikte men de film aanvankelijk alleen om toneel op te nemen, pas later ontstond de immense "software" industrie in Hollywood. Bij de radio iets dergelijks: na een militair en professioneel verleden zag men het als een middel om het concert "in huis" te halen. Wat had een communicatiemiddel van één naar velen immers voor andere mogelijkheden buiten het concert, de kerkdiensten en de troonrede? Met de televisie weer hetzelfde ver-

haal: haal de bioscoop in huis! Hoewel de sombere voorspellingen dat de film het toneel, de radio het concert, de TV de bioscoop zouden uitroeien niet zijn uitgekomen, kan niet worden beweerd dat toneel, concert, bioscoop, in tegenstelling tot de bloemenhandel, een florissant bestaan leiden. Ook de kranten bestaan nog, maar hun gelederen zijn wel behoorlijk uitgedund. Hoe zeer men de toepassingsmogelijkheden van de computer verkeerd beoordeelde blijkt uit de ruim dertig jaar oude voorspelling dat er in de wereld maar plaats zou zijn voor zeven computers, want dan zou het rekenwerk op zijn!

Kennelijk hebben de oude technologieën nog andere functies dan de officieel erkende; de krant als afscherming, de bioscoop (en de sauna) als afzonderingsplaats (intimiteitsvoorziening) en het toneel en concert (en het golf) als ontmoetings- en showplaats.

Algemeen ingevoerde technologieën veranderen de gehele maatschappij en het leidt geen twijfel dat het met de computer niet anders is.

De computer als recreatiemiddel.

zit nog volop in het prille, onbegrepen stadium. In het vervolg zal getracht worden een beeld te geven van de onvoorstelbaar grote mogelijkheden die de moderne informatieverwerkende technologieën de recreatie bieden.

Ik verwacht dat de TV gedigitaliseerd zal worden. Dat wil zeggen dat men de beelden gaat vertalen in een lijst getallen en dat men aan de hand van die

getallen een beeld kan reconstrueren. Dit is hetzelfde als wat men met muziek doet op de compact-disk. Daarvoor moet er een computertje in de TV.

Er zijn een aantal redenen waarom ik dat geloof. Om te beginnen wordt er door de technici hard aan gewerkt. In de tweede plaats is het op den duur goedkoper. Men kan namelijk veel zuiniger met de gegevens omgaan. Een bewegend TV-beeld bestaat uit vele (25 tot 40 per seconde) opeenvolgende beelden. Deze verschillen onderling echter weinig. De hele achtergrond blijft eender, zelfs de bewegende delen blijven hoofdzakelijk onveranderd. Wanneer het TV-toestel uitgerust is met een computer kan men heel wat zuiniger te werk gaan door telkens het verschil met het vorige beeld te geven. De computer onthoudt het laatste beeld en werkt dat telkens bij.

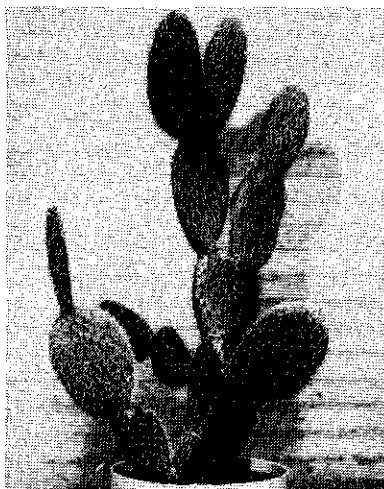
Bovendien kan men een beeld, dat is teruggebracht tot een lijstje getallen, met wiskundige trucs, beveiligen tegen transmissiestoringen. Het resultaat is een veel beter beeld. Dus uiteindelijk goedkoper en beter, zoiets is niet tegen te houden. De digitale beelden zijn uitstekend verwerkbaar met een computer, zodat als het ware digitale fotomontage mogelijk wordt.

Ik verwacht wel dat de combinatie van TV en computer voorlopig ook op de verkeerde manier gebruikt zal worden. Ik bedoel dat men alleen de oude, vertrouwde zaken op de nieuwe manier gaat doen.

Eerst een paar voorbeelden van de nieuwe mogelijkheden: Het is mogelijk om in het computergeheugen een ruimtelijk beeld van de werkelijkheid op te

slaan. Stelt u zich een of ander prikkelend wezen voor (spreker maakt golvende beweging met de handen). Dat fotografeer je van verschillende kanten, zodat er in de computer een ruimtelijk beeld van dat schepsel opgeslagen kan worden. Een computer kan uitrekenen hoe dat eruit zou zien vanuit een hoek waaruit het niet opgenomen is. Men zou met een joystick (een besturingsknuppeltje verbonden met de computer) het oog om de fraaie vorm heen kunnen laten zwerven. Zodoende kan de kijker inzoomen op bepaalde delen en afstand nemen van andere. In het kader van het aanschouwelijke onderwijs heb ik een bijzonder mooi exemplaar, in de natuurlijke staat meegebracht.

(Spreker kijkt naar een doek waaronder iets verborgen is). Dit is een voorbeeld van anti-informatie. U heeft zich wellicht afgevraagd wat er onder dit doek verborgen gaat en u heeft nu voldoende tijd gehad om daarover te speculeren. Ik zal een einde aan uw spanning maken door de onzekerheid op te heffen. Ik hoop niet dat de stumper het koud heeft gehad. (Spreker haalt het doek weg en onthult een uit de kluiten gewassen cactus, kijkt verbaasd en mompelt: "een misverstand". Gaat echter onverstoorbaar verder). Ik

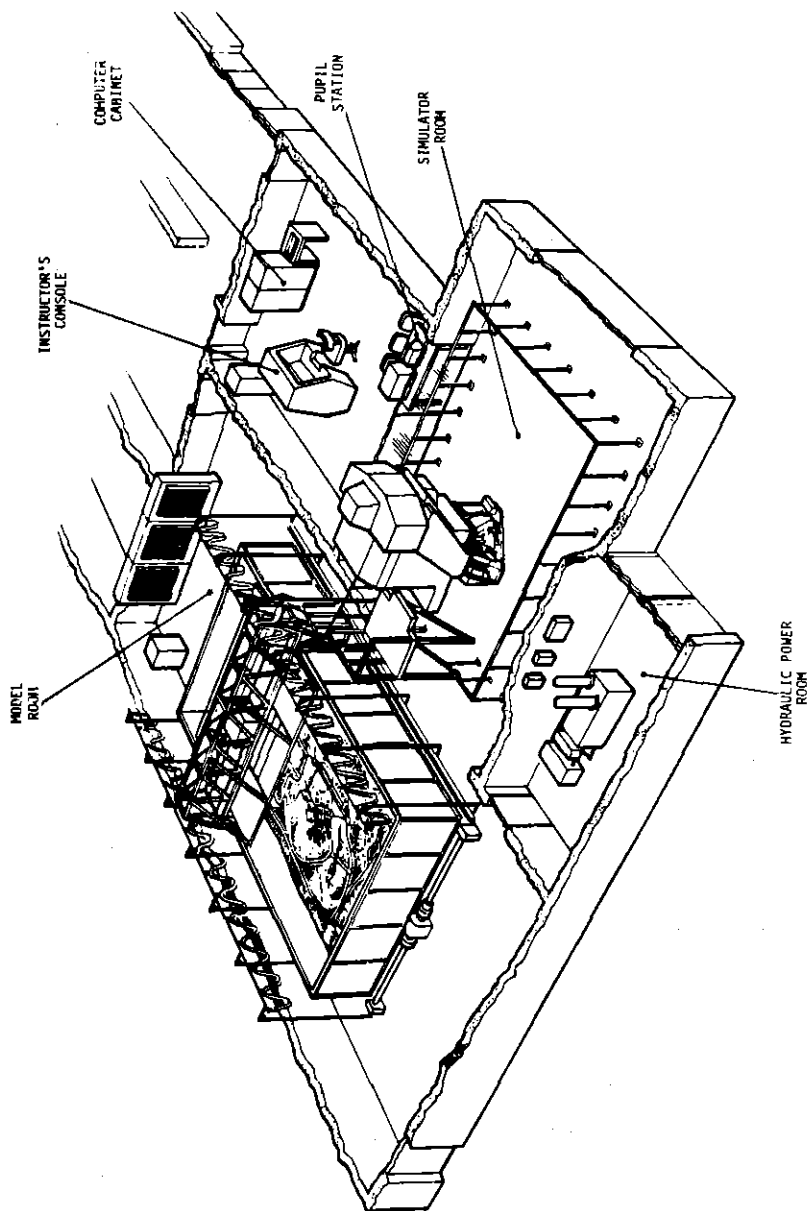


denk dat zoiets voor vele cactusliefhebbers een prettige vorm van weergave zal zijn.

Ook voor de nieuwsberichten zou deze techniek een aardige innovatie zijn. Men zou via de kabel het toneel van een ramp kunnen uitzenden en door de computer laten inblikken. Later kan men dan het nieuws herkauwen door, met de joystick in de hand en met gepaste uitroepen van afschuw, het tafreel op zijn gemak af te stropen.

Een ander voorbeeld is een tanksimulator, zeer nuttig omdat het goedkoper is om militairen op te leiden met een tanksimulator dan met een echte tank. Een tanksimulator bestaat uit een grote maquette van een landschap, waarboven een TV-camera beweegbaar is opgesteld en een tankcabine met een venstertje waar het TV-beeld voor verschijnt. Tenslotte een computer, die er voor zorgt dat de camera de bewegingen uitvoert, die de recruit de tank wil laten maken. Tevens laat hij de cabine hellen, schudden etc. Wanneer hij aan de versnellingsknuppel trekt dan helt de cabine naar achteren en in plaats van het beeld van de weg ziet hij ineens de blauwe lucht. Kortom dat is erg leuk en spannend.

Een bezwaar van deze opzet is dat er maar één simulant tegelijk kan genieten van het landschap, men zou veel beter kleine afstandbestuurbare speelgoed-tankjes met ingebouwde miniatuur TV-camera, door de maquette kunnen laten raggen. Verwarrend voor de leerling is misschien dat hij niet weet of hij met een echte afstandbestuurbare tank in een echte we-



reld opereert of met een miniatuur in een maquette. Die hele grote maquette, van 6 bij 9 meter, is er alleen maar voor de informatie over het landschap, die in principe in een computergeheugen opgeslagen kan worden. Dit is duidelijk een verzameling potentiële informatie die noodt tot het genereren van anti-informatie. Zodra het economischer is om de maquette gedigitaliseerd in een computergeheugen te stoppen, kan men de evidente voordelen gebruiken. Men zou van landschap kunnen wisselen. In het oude systeem kan er maar één tank tegelijk in, terwijl in het nieuwe systeem wel honderden tanks in het landschap kunnen opereren, zonder elkaar te hinderen. Maar je kunt natuurlijk ook bij het nieuwe systeem er voor zorgen dat de tanks elkaar wel opmerken (resp. hinderen), met andere woorden, je kunt hele tankoorlogen simuleren, met verschillende leerlingen in de tankeenheden. Dat is natuurlijk vreselijk interessant, vooral als spel voor kleine en grote jongetjes (en meisjes?). Dit is een typisch first-person game.

Men kan op dezelfde manier ook racebaantjes maken. Het zou ook mogelijk zijn om met deze techniek mensen te laten "meerijden" in een echte race. Je kunt namelijk zo'n autootje, met digitale fotomontage, binnen het gebeuren monteren. Dan zou je dus in een race van Zandvoort een aantal mensen mee kunnen laten rijden, zonder de deelnemers te hinderen en zo dat ze het van elkaar niet hoeven te merken. Overigens weet je natuurlijk ook niet meer of die race in Zandvoort wel echt is.

Opwindende mogelijkheden komen er als men erin zou slagen een oog-video te maken, dat is een soort TV-bril waarmee men beelden ziet zoals men geluid met een oortelefoon hoort. Ideaal zou zijn als men het zo zou kunnen miniaturiseren dat de TV-bril een TV-contactlens zou worden. Met twee camera's, voor elk oog één, heeft men een echte tele-visie. De stand van de camera's zou met een joystick bediend kunnen worden. Veel interessanter wordt het als men daarvoor geen joystick gebruikt, maar de positie van het hoofd zelf. Bij de eerder genoemde tanksimulator wordt de tankcabine gebruikt als een grote oog-video en oor-telefoon.

Andere toepassingen zijn wellicht wat educatiever, je zou een mooi object als de Notre Dame van alle kanten op kunnen nemen, dat inblikken in chips om daarna op je gemak allerlei details te bekijken vanuit oogpunten die voor normale touristen niet toegankelijk zijn. Je kunt iets dergelijks met een heel museum doen, zodanig dat je van de ene zaal in de andere kunt zwerven en op interessante dingen kunt inzoomen, zoals bijvoorbeeld een ventilator of een brandblusser.

De voorlopers op dit gebied zijn al aanwezig, de zogenaamde computergestuurde adventure games. Deze zijn echter nog gebaseerd op bekende verhalen zoals Treasure Island. In dat genre is nog geen software speciaal voor dat medium geschreven. Sinds kort gebruikt men de laser-beeldplaat om bij adventure-games beelden met Hi-fi-kwaliteit op te roepen.

Voorbeelden zijn Dragons Lair en Fire Fox.



Als je wat verder gaat fantaseren, dan zijn natuurlijk ook minus-one-TV-films denkbaar. Dat zijn TV-programma's waarin je één van de spelers uit kan schakelen om zijn plaats in te nemen. Dan laat je de camera op jezelf richten en dan moet je je maar zo zien te bewegen dat je wat harmonie in dat beeld brengt. Het zou helpen als zoiets met een oog-video gespeeld kan worden.

Met interactie via de TV hebben ze in Canada ooit eens proeven gedaan. Men liet een jongen en een meisje, die zich in verschillende gebouwen bevonden, via technische communicatie-middelen, het liefdesspel spelen. Ze hadden beiden een camera op

zich gericht en er was een radioverbinding. Ieder had een monitor waarop het gesuperponeerde beeld van het meisje en de jongen werd weergegeven. Ik noem dit spel Tele-love. Voor de oningewijde lijkt het of de jongen niet goed wijs is. Hij zit immers ogenschijnlijk zinloos met zijn armen in de ruimte te maaien (spreker maait met arm), maar op de monitor blijkt hij zeer zinvol het meisje te aaien. Het meisje kan op haar beurt gepast reageren. De mens ziet blijkbaar kans zijn gedrag dusdanig aan te passen, dat het zinvol is in de kunstomgeving van de monitor. Ik zie allerlei toepassingen, maar ik zal niet verder fantaseren.

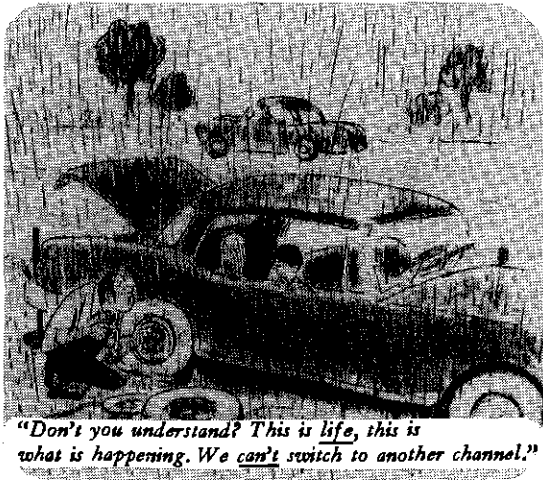
Datzelfde adaptieve gedrag is vereist voor het gebruik van computergestuurde protheses. Er bestaan thans armprotheses die iemand, die een arm mist, via zenuwen van de borst, kan besturen. Zoiets moet je natuurlijk leren, vandaar dat het praktisch is om een arm op jonge leeftijd te verliezen. In de film "The Chips are down" laat men zien dat men chips kan inplanten, waarmee dove mensen weer kunnen horen. Het is bijna luguber als men in de film een Amerikaan teergevoelig hoort uitleggen, dat deze toepassing zo belangrijk is omdat er een grote markt voor is, want er zijn zoveel doven. Ik denk altijd dat er een nog grotere markt is als je dat kunt doen bij niet doven. Waarom moet je per se wachten tot je een arm mist om er een kunstarm bij te krijgen. Ik heb zo vaak een derde arm nodig bij knutselwerkjes. Ik zou die echter niet aan m'n lichaam willen hebben, want dat is lastig voor de

confectieindustrie. Ik zou hem gewoon naast me op tafel willen kunnen zetten en dan kan ik een partijtje drukken met mijn derde arm. Natuurlijk krijgen we dan de vraag wanneer die derde arm het beste kan worden aangeschaft. Moet dat in de wieg al? Oudere mensen leren er immers moeilijker mee omgaan. Ik kan me ook voorstellen dat de één er handiger mee is dan de ander, dat misschien Fred Kaps jr. met zes kunstarmen had kunnen jongleren.

Zeer gewaardeerde toehoorders,

In een universiteit, zeker als die in Rotterdam zetelt, moet men de dingen groot zien, moet men over de grenzen heen durven denken. Laten we dus afstappen van het kleine werk als kunstarmen en eens gaan denken aan een heel kunstlichaam, compleet met sensoren, die de oog-video en de oor-telefoon voeden met informatie. Hiermee kan men de betere first-person-games spelen. Uiteraard zal deze techniek eerst ontwikkeld worden voor militaire toepassingen en later voor de medische. Overigens is het voor het spel irrelevant of het een echt fysiek lichaam is of een elektronisch spooklichaam dat rondwaart in een chipwereld.

Voor de medische en militaire toepassingen maakt zulks wel degelijk verschil. Een gedeeltelijk verlamde zou zo minder hulpeloos gemaakt kunnen worden. Hij (althans zijn kunstvorm) zou wat in het bos kunnen wandelen. Had men vroeger fantasie nodig om zich in te leven in de kunstomgevingen van de fictieve werelden, in de toekomst zal men fantasie



nodig hebben om te beseffen wat men in werkelijkheid doet. Op een Escher-achtige manier zullen de fictie en de werkelijkheid zich kunnen verweven.



Men stelle zich slechts voor dat men iemand, bijvoorbeeld een gehandicapte, uitrust met een afstandbedienbare tweede ik. Deze kan hij buiten laten ronddolen. Al dolende ziet hij -via zijn alter ego- een huis, waarin iemand zit. De deur staat open en hij besluit naar binnen te gaan om die iemand eens flink te laten schrikken, om geen ergere dingen te noemen. Leuk motief voor een detective-roman. De grote vraag is dan of de robot door een defect neerstortte op de bediener en deze daardoor doodde of dat de bediener, op een ingewikkelde manier zelfmoord pleegde. Een typisch geval van zelfbediening.

In deze bijna-fantasieën gebruik ik de toekomstige hulpmiddelen typisch om er bekende dingen mee te doen, zoals het ook hoort. Boeiender wordt het als men naar de echte nieuwe toepassingen kijkt, die een dergelijke nieuwe technologie in zich bergt. Nieuwe mogelijkheden zijn bijvoorbeeld een structureel ander lichaam, dus, om maar iets te noemen: als hond of als konijn ronddolen. Ik heb reeds gewezen op het grote adaptieve vermogen van de mens. Zo kan men na enige dagen goed functioneren met een bril die het beeld ondersteboven zet. Ik denk dat men ook aan een beeld zou kunnen wennen dat op z'n konijns wordt opgenomen, met ogen aan weerskanten van de kop. Wat dacht u van het omgaan met vier benen als je het jong genoeg leert?

Maar laat ik weer met beide benen op de grond gaan staan.

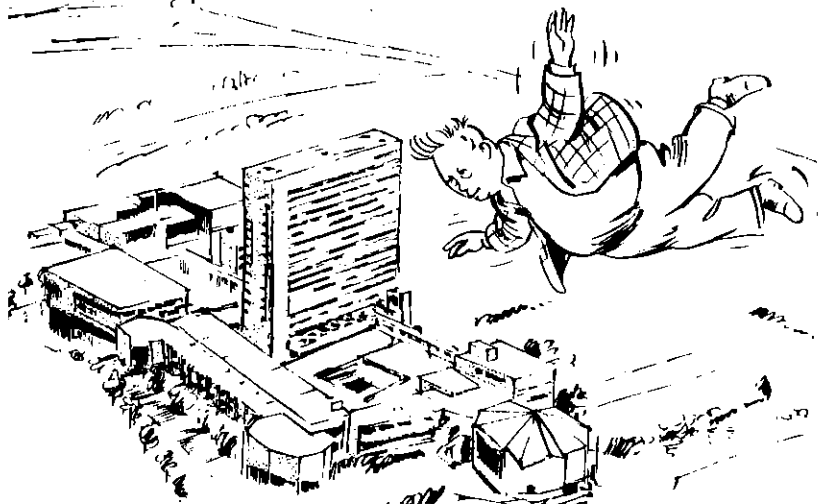
Want tot slot,

vermoeide toehoorders, heb ik behoefte nogmaals te verklaren dat ik vind dat het spel serieus genomen moet worden. Ik hoop dat ik de indruk bij u achtergelaten heb, dat ik althans zulks doe.

Ik ben van mening dat de informatica een grote bijdrage kan leveren aan de recreatie en dat de toepassing van informatica op de recreatie voor de informatica vele interessante problemen zal opleveren.

Ik pretendeer niet een sluitende theorie van het vermaak gegeven te hebben, ik heb slechts getracht wat denkvoer aan te reiken. Kortom ik heb u wat anti-informatie mee willen geven voor onderweg naar huis.

Ik dank u voor uw aandacht.



Literatuur ter verdere lezing:

Igor Aleksander and Piers Burnett, Reinventing Man, The Robot Becomes Reality. Kogan Page Ltd, London 1983.

A. G. Bell, Games Playing with Computers. George Allen & Unwin Ltd. London 1972.

J. L. Bordewijk en Ben van Kaam, Allocutie (Enkele gedachten over communicatievrijheid in een bekabeld land). Bosch & Keuning 1982.

Chris Crawford, The Art of Computer Game Design, Reflections of a master game designer. Osborn/McGraw-Hill, Berkeley 1984.

Thomas A. Defanti, The Mass Impact of Videogame Technology. In: Advances in Computers, ed. by Marshall C. Yovits. Vol 23, 1984.

Martin Esslin, The Age of Television. Freeman and Company, San Francisco 1982.

A. B. Frielink, Informatie, wat doen we ermee? Elsevier Amsterdam/Brussel 1984.

J. Huizinga, Homo Ludens. Proeve eener bepaling van het spel-element der cultuur. (derde druk) Tjeenk Willink & Zoon N.V., Haarlem 1951.

Ivan Illich, Deschooling Society. Penguin Books, 1981.

Ivan Illich, Het recht op nuttige werkloosheid. Het Wereldvenster, Baarn 1978.

George B. Leonard, Education and Ecstasy. Dell Pub. Co., Inc. Thirteenth printing New York 1979.

Geoffrey R. Loftus & Elisabeth F. Loftus, Mind at Play, the psychology of video games. Basic Books, New York 1983.

Thomas W. Malone, Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction. *Cognitive Science* 4 (333-369) 1981.

Thomas W. Malone, What Makes Computer Games Fun? *Byte* Vol. 6, No. 12, (258-277) december 1981.

Benoit B. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*, updated and augmented. Freeman and Company New York 1983.

John Naisbitt, *Megatrends, ten new directions transforming our lives*. Warner Books, 1982.

Monroe Newborn, *Computer Chess*. Academic Press 1981.

Seymour Papert, *Mindstorms, Childeren, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York 1980.

Dale Peterson, *Genesis II, Creation and Recreation with Computers*. Reston Publishing Company Inc. Reston Virginia 1983.

Luc Sala, *Alles over videospelletjes*. Uitgeverij Luitingh, Utrecht 1983.

David Hawley Sanford, *Where was I? In The Mind's I, Fantasies and Reflections on Self & Soul*. Composed and arranged by Douglas R. Hofstadter and Daniel C. Dennett. Basic Book Inc. New York 1981.

Geoff Simons, *Are Computers Alive? Evolution and new life forms*. The Harvester Press, Brighton 1983.

Sherry Turkle, *The Second Self, Computers and the Human Spirit*. Simon and Schuster, New York 1984.

J. Verhoeff, Recreational Informatics, a Discipline of its own. In: Informatics Education for all Students at University Level. Eds. F. B. Lovis and E. D. Tagg, Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam etc. 1984.

Alan Watts, Lof der Onzekerheid. Boom Meppel Amsterdam 1982.

Janwillem van de Wetering, Het veilige gevoel. Bruna & zoon, Utrecht/Aartselaar 1984.

Joseph Weizenbaum, The paradoxical role of the computer. Holst Memorial Lecture, Technische Hogeschool Eindhoven 1983.

Phil Wiswell, Video Wizards. In: The Omni Book of comuters & robots. Kensington Publishing Corp. New York 1981.

