

virtuele realiteiten : naar een meer natuurlijke mens-computer communicatie (*)

jan de visscher

In een eerste deel van dit artikel besteden we wat aandacht aan User Interface Design (UID), het tweede deel is meer op de techniek en toepassingen van Virtual Reality (VR) toegespitst. Een derde deel behandelt de relatie tussen VR en communicatie.

VIRTUAL REALITY ALS TREND BINNEN USER INTERFACE DESIGN

UID is de discipline die zich bezighoudt met het ontwerpen van computersystemen met een gebruiksvriendelijke mens-computer communicatie. Deze discipline lijkt zijn voorlopige (zometert uitieme) eindpunt bereikt te hebben in de gedaante van VR. Twee begrippen maken duidelijk wat de gebruiksvriendelijkheid van een computersysteem in de hand werkt: het *conceptueel model en de knowledge in the world* (Norman 1986). Pas nadat deze begrippen uitgelegd zijn, duiden we de relatie met VR.

Conceptueel model

Een computersysteem heeft geen natuurlijke en dus geen gebruiksvriendelijke user interface; de ontwerper moet trachten er één te construeren. Wat een natuurlijke interface is, wordt duidelijk wanneer we een potlood (seminarie UID 1990) als voorbeeld nemen. Het is onmiddellijk voor elke gebruiker duidelijk hoe dit potlood gehanteerd moet worden. Er is geen ambiguïteit, men neemt het potlood vast, schrijft ermee en ziet dadelijk het resultaat. In die natuurlijkheid ligt ook de gebruiksvriendelijkheid van dat potlood. Een middel om de gebruiker een natuurlijke (d.i. gebruiksvriendelijke) interface aan te bieden, is de gebruiker een goed conceptueel model aan te bieden.

Dit conceptueel model kan gezien worden als de verzameling begrippen die de gebruiker stap voor stap verwerft, om het gedrag van een systeem uit te leggen. Drie aspecten dienen onderscheiden te worden om deze idee te verduidelijken: het designmodel, het gebruikersmodel en het systeembeeld. Het *gebruikersmodel* is het stel begrippen dat de gebruiker ontwikkelt om het gedrag van het systeem uit te leggen. Idealiter zijn het gebruikersmodel en het *designmodel* (de opvattingen die de ontwerper heeft over de werking van het systeem) geheel gelijk. In praktijk echter kan de ontwerper het designmodel enkel naar de gebruiker overbrengen met behulp van het *systeembeeld*. Dit systeembeeld vloeit voort uit de fysische verschijning van het systeem: de werking en manier van reageren van het systeem, de handleiding en instructies die bijgeleverd worden. Het wordt duidelijk dat het systeembeeld het kritische punt is. De ontwerper moet er voor zorgen dat het systeem het passende systeembeeld onthult. De gebruiker haalt immers al zijn informatie over het systeem uit dat systeembeeld. Als de ontwerper er niet in slaagt via het systeembeeld een correct en goed designmodel aan te bieden, dan zal de gebruiker een onvolledig of zelfs foutief gebruikersmodel opbouwen. De gebruiker heeft dan te weinig inzicht en zal oorzaken, verbanden en mechanismen zoeken die er niet zijn en vice versa.

Een voorbeeld van een computersysteem dat de gebruiker een krachtig conceptueel model aanbiedt is de Macintosh. De kracht van dit systeem ligt in de vertrouwdheid van de gebruiker met het aangeboden conceptueel model. Als metafoor voor dit computersysteem werd geopteerd voor een fysische kantoorruimte. Men spreekt van de 'Desktop metafoor'. Documenten zijn bijvoorbeeld niet langer een aantal filenames in een directory. Ze worden grafisch in de vorm van mappen weergegeven op het scherm. Men kan die mappen opnemen (door met de muis de map aan te klikken) en ze verplaatsen (door ze met de muis over het scherm te slepen). Dit naar analogie met wat men in een reëel kantoor zou doen, nl. een papier of map opnemen en elders weer neerleggen.

Knowledge in the world

De gebruiksvriendelijkheid van de Macintosh hangt ook nauw samen met het belang dat de ontwerpers hechten aan de *visibility*, het zichtbaar maken. De virtuele kantoorvoorwerpen worden concreet weergegeven op het scherm door middel van computerbeelden.

Dit zichtbaar maken zorgt ervoor dat de *knowledge in the world* geplaatst wordt. Men plaatst de kennis die nodig is om een taak te volbrengen, in de wereld. Die kennis is extern aanwezig. Tegenover die *knowledge in the world* staat de *knowledge in the head*. Dit verwijst naar het menselijk geheugen. Het geheugen is onderverdeeld in een lange-termijn-geheugen en een korte-termijn-geheugen. Het lange-termijn-geheugen bevat perma-

nente informatie en is in capaciteit quasi onbeperkt. Het korte-termijn-geheugen bevat haar informatie slechts tijdelijk en is bovendien ook zeer beperkt in haar capaciteit. Bewust denken vindt plaats in het korte-termijn-geheugen via het opzoeken en manipuleren van informatie uit het lange-termijn-geheugen. Omwille van de geringe capaciteit van dit geheugen is dit bewuste denken beperkt. Door kennis in de wereld te plaatsen (visueel te maken) wordt de belasting van het korte-termijn-geheugen verlicht. De computerbeelden op het scherm fungeren als visuele geheugenteuntjes. Het denken wordt zo gemakkelijker en produktiever. Het gebruikersmodel wordt identiek aan wat er op het scherm te zien is.

Virtual Reality

Hoewel de interface steeds gebruiksvriendelijker wordt door het aanbieden van een goed conceptueel model en door het visualiseren (knowledge in the world), bestaat er nog steeds een drempel om met computers te werken. Volgens John Walker van Autodesk bestaat deze drempel omdat we vastzitten aan de wijze waarop we computers bedienen (Walker 1988). Dit gebeurt nog steeds via scherm, toetsenbord, muis e.d. Hij stelt bovendien dat de evolutie op deze gebieden op het einde van de weg aangekomen is. Een nieuwe technologie die de user interface fundamenteel verandert, dringt zich op. John Walker stelt dat wanneer een gebruiker met een computer werkt, hij als het ware rondtrekt in een andere wereld. Het probleem is dat de programmeur die wereld bepaald heeft en de gebruiker aan zijn lot overgelaten is. Enkel met zijn intellect, eventueel een handleiding en wat ervaring dient hij de regels van het spel te ontdekken. Heden ten dage zijn er, zelfs bij de vijfde generatie computers die werken met grafische voorstellingen, windows en muis, nog drempels om de wereld in de computer binnen te treden. Recentelijk echter is er een techniek ontwikkeld die de gebruiker mee zal nemen door het scherm heen naar de wereld in de computer: Virtual Reality.

TECHNOLOGIE EN TOEPASSINGEN VAN VIRTUAL REALITY

Onder Virtual Reality wordt een techniek verstaan waarbij d.m.v. computer hard- en software via stereoscopie een driedimensionale *ruimte* gecreëerd wordt, waarbij de gebruiker de indruk heeft *integraal deel uit te maken* van deze ruimte en enkel en alleen deze ruimte. Deze ruimte kan hij dan met behulp van directe multisensoriële interactie exploreren en manipuleren.

Verderop in dit artikel (o.m. in het hoofdstuk over alternatieve systemen voor VR) (1) zal duidelijk worden dat deze definitie te eng is om alle systemen te omvatten. Deze definitie in enge zin is echter een goed vertrekpunt om de verschillende systemen te introduceren.

Laten we even bekijken hoe het VR-idee technologisch verwezenlijkt wordt en tot welke toepassingen dit zich leent.

Technologie

Achtereenvolgens worden behandeld: de basistechnologie, de interactie-technieken en de alternatieve benaderingen voor VR.

De basistechnologie voor virtuele realiteiten bevat drie componenten: een headmounted display, een headtrackingmechanisme en gespecialiseerde grafische computers.

De headmounted display (HMD) is een van de spectaculairste hardware producten omwille van het feit dat dit toestel een stereoscopisch driedimensionaal gezichtsveld creëert, waarvan men als gebruiker integraal deel lijkt uit te maken. Essentieel voor het driedimensionaal stereoscopisch beeld zijn twee kleine LCD schermpjes (Fisher en Tazelaar 1990). Elk oog heeft zijn schermpje, dit om zoals in de realiteit het perceptueel verschil tussen het linkeroog en het rechteroog te bewaren. Omdat in de realiteit de perceptie van het linkeroog verschilt van de perceptie van het rechteroog, toont het linkerschermje een beeld dat licht verschilt van het rechterschermje. De hersenen combineren de beelden van het rechter- en het linkeroog (respectievelijk rechter- en linkerschermje) en creëren aldus dieptezicht. Dit proces wordt stereopsis genoemd. Door middel van twee schermpjes wordt het voor het dieptezicht noodzakelijke perceptuele verschil tussen linker- en rechteroog op een artificiële manier verkregen: een artificiële stereoscopische driedimensionale ruimte wordt gecreëerd.

Er zijn twee versies van die HMD (Chung 1989): een blikdichte en een doorkijk versie. De drager van de *blikdichte HMD* ziet niets anders dan het driedimensionale gesimuleerde gezichtsveld. De buitenwereld, het reële is niet zichtbaar. Bij de *doorkijk HMD* daarentegen, worden de computerbeelden op twee halfverzilverde spiegelstukjes weergegeven. De gebruiker kan met deze headmounted display ook de buitenwereld zien doorheen die halfverzilverde spiegelstukjes. De computerbeelden op die spiegelstukjes lijken dan als het ware deel uit te maken van de reële omgeving waarin de gebruiker zich bevindt.

Om de indruk van een realiteit op te wekken beslaat het gesimuleerde gezichtsveld net zoals in de werkelijkheid 360 graden. En evenals in de realiteit verandert het driedimensionale beeld in coördinatie met de hoofdbewegingen van de drager van de headmounted display. Een headtrackingmechanisme maakt dit mogelijk.

Dit headtrackingmechanisme (Fisher en Tazelaar 1990) bevat elektromagnetische sensors die opmeten waar het hoofd van de gebruiker zich bevindt binnen een magnetisch veld. Deze sensors spelen informatie m.b.t. de absolute positie van het hoofd van de gebruiker, evenals informatie met betrekking tot de oriëntatie van zijn hoofd in de ruimte, door naar de computer. Deze combinatie van informatie zou de computer toe moeten laten de beelden in real time (d.i. quasi onmiddellijk, niet merkbaar voor het menselijke oog) aan te passen. Deze real time aanpassing is noodzakelijk om de illusie dat men in een realiteit verkeert, niet te doorbreken. Mocht deze beeldaanpassing trager geschieden (wat soms het geval is), dan zou die illusie wel eens vebroken kunnen worden of wel eens niet kunnen optreden.

Naast elektromagnetische trackers, werkt men ook met optische trackers voor de HMD. Hierbij meten drie camera's die bovenop de HMD geplaatst zijn, de positie en oriëntatie op basis van aan het plafond bevestigde LED's (light emitting diodes).

Het driedimensionale karakter van de computerbeelden en het real time weergeven ervan zijn belangrijke factoren om de gebruiker de illusie te geven aanwezig te zijn in een realiteit die door de computer gegenereerd is. Dit vraagt echter om gespecialiseerde grafische computers (zoals de Iresses van Silicon Graphics) die hun gegevens eventueel op een parallelle manier verwerken. Ondanks de evolutie naar parallelle verwerking zijn de virtuele omgevingen die gegenereerd worden vaak nog vrij rudimentair. Ongetwijfeld zal de evolutie naar steeds krachtigere processoren binnen afzienbare tijd voor een oplossing zorgen.

Essentieel om een natuurlijke interface te verkrijgen, is niet alleen het creëren van een driedimensionaal gezichtsveld dat een realiteit simuleert, maar ook interactiemogelijkheden met die virtuele realiteit zijn noodzakelijk. En natuurlijke interactie betekent bovendien multisensoriële interactie. Immers, wanneer een mens in interactie treedt met zijn omgeving of met andere mensen, zijn hierbij verscheidene zintuigen betrokken. Belangrijke interactietechnieken in dit opzicht zijn computerkledij, force feedback, eye tracking en geluid & taal.

Via computerkledij (Ernsberger 1990) die de gebruiker aantrekt, kan hij de virtuele realiteit betreden en er met de virtuele voorwerpen en personen interacteren. Met deze kledij worden de dataglove en de datasuit bedoeld. Een alternatief voor de dataglove is de Dexterous Hand Master (DHM).

De *dataglove* wordt een hand-gestuurde interface genoemd. Het is een soort handschoen die handbewegingen als input voor de virtuele realiteit gebruikt. Deze handschoen is uit lycra gemaakt en heeft optische kabels over de rug van de hand lopen. Bij de belangrijkste gewrichten van de hand zijn sensors aangebracht. Wanneer één van deze gewrichten gebogen

wordt, vermindert de lichtintensiteit. Dit wordt opgemeten door de sensors en doorgestuurd naar de computer. Overeenkomstig die lichtverandering zorgt de computer voor een real time aanpassing van de beelden. De gehandschoende hand van de gebruiker wordt gerepresenteerd in de virtuele realiteit en zo kan hij in die virtuele omgeving - net zoals in realiteit - voorwerpen aanraken, vastnemen en onderzoeken. Dit doordat het beeld van de hand in de virtuele realiteit de bewegingen van de reële hand van de gebruiker imiteert.

De *datasuit* werkt geheel volgens dezelfde principes, maar nu trekt de gebruiker een heel pak aan en wordt hij ook geheel gerepresenteerd in de virtuele omgeving.

De Dexterous Hand Master is eveneens een hand-gesture interface. Hier moet de gebruiker geen handschoen aantrekken, maar krijgt hij een lichtgewicht aluminium skelet op de rug van de hand. Velcrobanden en zachte kussentjes verbinden dit geraamte met elk vingersegment. De buigingshoek van elk scharnier wordt opgemeten en doorgezonden naar de computer die de beeldaanpassing in real time berekent.

Buiten de reeds vermelde technieken om handbewegingen te registreren, gebruiken zowel de dataglove als de DHM een Polhemus 3Space tracker om naast de oriëntatie van de hand in de ruimte ook de absolute positie in de ruimte te berekenen.

Een reëel object heeft een zeker gewicht en biedt een zekere weerstand wanneer men het vastgrijpt. Bovendien kunnen twee voorwerpen niet tegelijkertijd dezelfde plaats innemen of door elkaar passeren zonder elkaar te beschadigen (Brooks 1990). Wil VR de illusie van in een omgeving aanwezig te zijn voor de gebruiker bewaren, dan moet die VR feedback aanbieden die de bovengenoemde zaken aan de gebruiker diets maakt of ze gewoon verhindert. Tactiele feedback en kracht feedback zijn twee zaken die een VR in dit opzicht kunnen verrijken.

Tactiele feedback geeft de gebruiker een gevoel van contact. *Kracht feedback* laat de gebruiker een zekere mate van kracht (weerstand) voelen. Deze twee zaken zijn momenteel het voorwerp van heel wat onderzoek. De kracht- en tastreflecterende Exoskeleton van Exos is bijvoorbeeld een stap op de goede weg. Een ander voorbeeld is de Master Manipulator van de Tsukuba universiteit. Deze kan een zekere mate van kracht uitoefenen op de handpalm, de duim en op twee vingers. De feedback van deze input toestellen is echter nog vrij rudimentair.

Bij eye tracking vormt de blik van de gebruiker een inputmogelijkheid. Dit zou ongetwijfeld ook bijdragen tot het multisensoriële karakter van de interactie.

Bij de MAGIC simulator voor gevechtsvliegtuigen ziet de piloot op de schermpjes van zijn HMD alvast virtuele knoppen. Hiermee kan hij bijvoorbeeld een bepaalde aanvalsraket selecteren door naar de virtuele knop van deze raket te kijken en het woord 'Select' uit te spreken.

Heel wat onderzoek is echter nodig om oogbewegingen als input te gebruiken. Het human-computer interaction lab van het Naval-Research lab onderzocht o.a. een aantal interactietechnieken om een object te bewegen over een scherm (Jacob 1990). Bij een direct manipulation interface (2) wordt een muis gebruikt om een object te selecteren én om het te manipuleren. Deze twee operaties zouden gescheiden kunnen worden, waarbij de selectie met de ogen zou kunnen gebeuren en de manipulatie door een hand-input toestel. (Hier is dit een muis. Ook andere input-toestellen zoals de dataglove zou men kunnen gebruiken). Eens het voorwerp met de ogen geselecteerd is, kan de gebruiker het verslepen door de knop van de muis ingedrukt te houden en te lossen wanneer het voorwerp ter bestemming is. Een zichtbare muiscursor is er niet. Dit was de eerste interactietechniek die ze onderzochten. Een tweede techniek bestaat erin dat de ogen gebruikt worden zowel voor het selecteren als voor het verslepen van het voorwerp. De muisknop wordt gebruikt om het voorwerp op te rapen en vast te houden. De gebruiker selecteert een voorwerp met zijn ogen en drukt dan op de knop. Zolang hij die knop ingedrukt houdt, volgt het geselecteerde voorwerp de oogbewegingen van de gebruiker. Als de knop gelost wordt, dan blijft het voorwerp op zijn nieuwe positie. Alhoewel de intuïtie van de onderzoekers hen de indruk gaf dat de tweede methode het moeilijkst te gebruiken zou zijn (ze dachten dat een muis meer controle zou opleveren bij het bewegen), bleek die methode toch het meest aan te slaan bij de gebruikers. Immers nadat een voorwerp geselecteerd is, is het een natuurlijke zaak om naar de bestemming van het voorwerp te kijken. Gebruikers van de tweede methode werden er al snel door verwend, en wanneer ze verplicht werden om met de eerste methode te werken, vroegen ze zich af waarom ze het object nog met de muis moesten verslepen. De tweede methode was natuurlijker, het was alsof de computer hun gedachten gehoorzaamde en niet hun handelingen. Deze resultaten geven aan dat een op het eerste zicht niet zo natuurlijke eye tracking interface toch voordelen kan bieden.

Verscheidene HMD's zijn nu reeds standaard uitgerust met een koptelefoon en een microfoon.

De microfoon opent uiteraard perspectieven voor een natuurlijke taal interface. De huidige systemen zijn echter beperkt in hun woordenschat en hun grammatica. En omdat met natuurlijke taal niet een deelverzameling van een taal met een beperkte woordenschat en beperkte grammatica bedoeld wordt, bestaat er in het domein van de Artificiële Intelligentie heel wat onderzoek naar het gebruik van natuurlijke taal bij mens computer interactie (Seminarie UID 1990). Echte taal bevat immers dubbelzinnigheden, grammaticale fouten, ellipsen, afkortingen, en verwijzingen naar de context, die zowel door een spraakherkennend als een spraakvoortbrengend systeem begrepen moeten worden. Een doorbraak op dit domein zou onmiddellijk veel perspectieven voor VR openen. Denk maar

even aan computer gegenereerde intelligente gids die de gebruiker wegwijs maakt in de virtuele omgeving terwijl hij een praatje met hem slaat.

De koptelefoon biedt de VR bezoeker een virtuele akoestische omgeving aan die a.h.w. de visuele virtuele omgeving complementeert. De convolvotron (een real time digitale signaalprocessor) voegt bij een mogelijk geluidssignaal filtercoëfficiënten die bepaald zijn door de locatie van de geluidsbron en door de positie van het hoofd van de gebruiker (Wenzel en Foster 1990). Zo plaatst het een geluidssignaal in de driedimensionaal waargenomen ruimte van de gebruiker. Een geluid dat achter zijn rug weerklinkt, hoort men dan ook als afkomstig van achter zijn rug. Draait men zich 180 graden, dan wordt het geluid overeenkomstig aangepast. Men hoort dan dat het geluid afkomstig is van iets dat zich voor zijn lichaam bevindt. Dit systeem is in staat om vier onafhankelijke geluidsbronnen tegelijkertijd weer te geven.

Na de beschrijving van deze laatste interactiemogelijkheid is het duidelijk dat de interactie binnen een VR in wezen multisensorieel is en dat dit in de toekomst zeker nog zal toenemen.

Naast de tot nu toe beschreven vorm van VR (d.i. VR in de enge zin), zijn er nog een aantal andere systemen die we eveneens als VR (in de bredere zin) kunnen bestempelen. Het betreft de LCD-Shutter, Artificial Reality en de meer klassieke driedimensionale computerprogramma's.

De LCD-Shutter (Dewitt 1990) maakt desktop-based VR mogelijk. Het is een soort brilletje dat de stereopsis bewerkstelligt en dat door de gebruiker gedragen wordt terwijl hij naar een gewoon beeldscherm kijkt. Om het stereoscopisch effect te realiseren bevat het brilletje twee LCD schermpjes die mits een elektrische impuls ogenblikkelijk van geheel transparant naar totaal blikdicht veranderen. Deze verandering van transparant naar blikdicht gebeurt synchroon met de verandering van de beelden op het gewone beeldscherm. Dit scherm toont een beeld bestemd voor het rechteroog wanneer het linkerschermpje van de LCD-Shutter blikdicht is en het toont een beeld voor het linkeroog wanneer het rechterschermpje van de LCD-Shutter blikdicht is. Dit wordt zeer snel afgewisseld en de gebruiker krijgt de indruk naar een driedimensionaal beeld te kijken.

De vader van Artificial Reality is Myron Krueger (1991). Hij spreekt dus over Artificial i.p.v. over Virtual Reality. Het systeem dat hij ontwikkelde, heet *Videoplacé*. Bij dit systeem worden mensen met behulp van een camera opgenomen en als een overlay naast andere beelden, eventueel andere mensen, op het levensgrote beeldscherm geprojecteerd. De gebruiker hoeft geen computerkledij aan te trekken of apparaten te hanteren om met de virtuele omgeving op het beeldscherm in interactie te treden. Hij interacteert bij dit systeem niet vanuit de eerste persoon met die omgeving, maar hij doet dit vanuit de derde persoon. De gebruiker identificeert

zich a.h.w. met het lichaam (dat een geprojecteerd beeld van de gebruiker zelf is) op het scherm, dat zijn bewegingen imiteert. Het beeld dat de gebruiker te zien krijgt, is een tweedimensionale representatie van een driedimensionale omgeving door middel van de regels van de perspectief. Naast deze Videoplace ontwikkelde Krueger ook *Videodesk*. Het principe is hetzelfde, maar nu worden enkel de handen die op een bureau rusten, weergegeven op een computerscherm. Met zijn handen kan men dan dingen aanwijzen, iets schrijven, enz.

Traditionele computerprogramma's die over de faciliteit beschikken om beelden driedimensionaal weer te geven en die een zekere mate van interactiviteit bezitten, kunnen ook als VR beschouwd worden (zij het dan een zwakke vorm van VR).

Toepassingen

Virtuele realiteiten hebben uiteraard slechts zin wanneer ze bruikbare en economisch haalbare toepassingen toestaan. In deze paragraaf werpen we een blik op de mogelijkheden.

Scientific visualization is een techniek die de wetenschappers toelaat hun perceptie van data die natuurlijke fenomenen beschrijven, te verbeteren (Brooks 1990). Vroeger gebeurde dit d.m.v. van tekeningen, later met computerbeelden en nu met interactieve computerbeelden. VR is hiertoe zeer zeker geschikt. Zo gebruikt men aan de universiteit van North-Carolina VR om nieuwe geneesmiddelen aan te maken. Met hun systeem zijn de wetenschappers in staat om de farmaceutische kwaliteiten van een molecule te onderzoeken door ze te verbinden met andere molecules. Hierdoor ontstaan botsingskrachten en elektrostatische krachten die de wetenschappers voelen, horen en zien. De wetenschappers beschouwen deze manier van onderzoek als een snelle manier om vele hypotheses te testen.

Tele-presence (Sala en Barlow 1991) betekent letterlijk dat men vanop afstand aanwezig is. Men gebruikt hiertoe een robot die vanop een andere plek door een mens bestuurd wordt. Dit is mogelijk omdat die mens in staat is de omgeving van de robot te zien d.m.v. een headmounted display en omdat hij met de dataglove bewegingen maakt die door de robot geïmiteerd worden.

In de geneeskunde (Fisher en Tazelaar 1990) zouden chirurgen in de mogelijkheid gesteld worden om hun chirurgische ingrepen te oefenen op een lichaam dat slechts in een VR bestaat. Meekijken met een gerenommeerd chirurg die opereert en tegelijkertijd beelden opneemt met een stereocamera waarvan de beelden op de HMD van de leerlingen weergegeven worden, is mogelijk.

Voor het opleiden van mensen die in een gevaarlijke omgeving moeten werken, biedt VR een veiliger alternatief.

Een werkelijke doorbraak in CAD-CAM en architectuur (Sala en Barlow 1991) zou de mogelijkheid zijn om een driedimensionaal computermodel net zo te manipuleren als een echt object. Hiertoe zijn VR met de LCD-shutter en VR met de headmounted display geschikt. Met de dataglove kan men het virtuele object gaan manipuleren. Aan het MIT Medialab is er trouwens een real-time solid modeling systeem ontwikkeld. Bij dit systeem geeft men een computermodel vorm door het te boetsen, net zoals men met een klomp klei zou doen. Uiteraard zijn force feedback en tactiele feedback van groot belang.

De universiteit van North-Carolina biedt via VR de mogelijkheid aan architecten om (eventueel met een klant) reeds door een gebouw te wandelen alhoewel het nog maar enkel op plan bestaat. Ze gebruikten dit om de inkomsthal van hun nieuwe informaticagebouw te ontwerpen. Het systeem wordt de 'Walk-thru' genoemd. Matsushita electric ontwikkelt een systeem dat de Japanse consument zal toelaten zijn eigen keuken virtueel te ontwerpen. Ook Autodesk is druk doende om een VR te maken die toelaat om reeds in een gebouw te wandelen voor de eigenlijke realisatie van het ontwerp.

Een belangrijk voordeel van deze VR toepassingen is het feit dat men reeds kan ervaren of het gebouw of het voorwerp voldoet aan de ergonomische eisen en of het gebruiksgemak voldoende groot is. Ontwerpers van auto's, bijvoorbeeld, zouden aan den lijve kunnen ondervinden of hun ontwerp geschikt is om aan hoge snelheden te rijden.

Als men het succes van de computergames in de jaren tachtig bekijkt, dan is het duidelijk dat hier voor VR een grote markt openligt. In ieder geval bestaat de dataglove reeds in een commerciële uitvoering. Ze wordt de powerglove genoemd en verkocht door Mattel. Virtueel een spelletje racquetball spelen is ook mogelijk. Het Britse bedrijf W-industries (Schwartz 1992) biedt alvast een hele reeks VR arcades aan, gaande van virtueel stock-car racing tot het virtueel ervaren van een gevecht tussen twee straaljagers. In beide gevallen zijn de twee gebruikers tegenstrevers en bekampen ze elkaar als piloot.

VIRTUAL REALITY EN COMMUNICATIE

In dit hoofdstuk onderzoeken we eerst kort de mogelijkheden van VR als communicatiemedium. Daarna bekijken we kort de mogelijkheden van VR voor de mens-computer communicatie.

VR als communicatiemedium

VR is een communicatiemedium en heeft alsdusdanig gevolgen voor de menselijke communicatie en meer bepaald voor de mediamieke communicatie.

Binnen het domein van de communicatie kunnen we een onderscheid maken tussen face-to-face communicatie en mediamieke communicatie (De Grooff 1981).

Face-to-face communicatie is communicatie zoals u en ik die dagelijks voeren. Ze is sensorieel zeer rijk. Deze communicatie verloopt via het visuele, auditieve, tactiele, oleofactische en gustatieve kanaal. Een nadeel is dat de zender en ontvanger van de boodschap op hetzelfde moment in dezelfde ruimte aanwezig dienen te zijn om te communiceren. *Mediamieke communicatie* vangt dit nadeel op. Deze communicatie biedt immers de mogelijkheid om tijd en/of afstand te overbruggen doordat het van een medium (brief, boek, telefoon, televisie, computernetwerk, enz.) gebruik maakt. Dit grote voordeel heeft echter ook een schaduwzijde. Sensorieel is deze vorm van communicatie immers heel wat armer dan face-to-face communicatie, aangezien ze hoofdzakelijk via het visuele en/of auditieve kanaal verloopt. (Enkele experimenten met geurfilms, waarbij de kijker op het juiste moment op het juiste geurplaatje moest krabben om zo de gewenste geur op te wekken niet te na gesproken.) We kunnen dus spreken van een sensorische kloof tussen enerzijds face-to-face communicatie en anderzijds mediamieke communicatie.

Een belangrijke ontwikkeling is dat de sensorische kloof die er bestaat tussen face-to-face communicatie en mediamieke communicatie, met de komst van VR en de bijhorende multisensorische interactie langzaam lijkt te dichten. Misschien kunnen we binnen afzienbare tijd wel spreken van virtuele face-to-face communicatie: de face-to-face communicatie vindt in wezen plaats (de mensen communiceren multisensorieel met elkaar), maar niet in realiteit (diezelfde mensen blijven op verschillende plaatsen gesitueerd). De mediamieke communicatie groeit uit tot een virtuele face-to-face communicatie.

Een voorbeeld van mediamieke communicatie is het televergaderen. De meest geavanceerde vorm van televergaderen is momenteel Videoconferencing. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een audio- en videoverbinding, waarbij de videobeelden vaak nog gecomprimeerd worden. Met de komst van multi-person VR zou het televergaderen wel eens kunnen uitgroeien tot een virtuele ontmoeting: de ontmoeting vindt in wezen plaats (de mensen hebben de indruk dat ze zich in een en dezelfde ruimte bevinden), maar niet in realiteit (diezelfde mensen blijven op verschillende plaatsen gesitueerd). Bovendien is de communicatie bij die ontmoeting multisensorieel in tegenstelling tot Videoconferencing, waar men enkel

via het visuele en auditieve kanaal met elkaar kan interacteren. Als begroeting in de virtuele ruimte zal men bijvoorbeeld een handdruk of een schouderklopje kunnen geven én voelen. Momenteel is het creëren van netwerken voor VR het onderwerp van research. Toch is er reeds een Reality Built For Two van VPL op de markt, dat mits twee HMD's, twee datagloves en vier Irisses van Silicon Graphics twee mensen de mogelijkheid biedt dezelfde virtuele omgeving te delen.

Uiteraard blijft dit gevolg van VR voor communicatie niet alleen beperkt tot televergaderen, maar ook bijvoorbeeld televisie zou interactief en multisensorieel kunnen worden. Mits een VR installatie kan elke kijker participant worden. Een evolutie van passief kijken naar actief participeren wordt mogelijk. De kijker stapt een VR film binnen en wordt tegelijkertijd acteur en regisseur.

VR en mens-computer communicatie

VR heeft ook gevolgen voor een zeer specifieke vorm van communicatie: mens-computer communicatie. Dit heeft alles te maken met de user interface en hoe VR deze interface natuurlijker en gebruiksvriendelijker kan maken (Bricken 1991).

Intuïtiviteit van een computersysteem is een pluspunt. In dit verband is het interessant te zien hoe bij VR de gebruiker geen metafoor meer nodig heeft om het computersysteem te begrijpen. Hij hoeft zich geen mentaal model te vormen van de werking van het systeem. Hij is immers ondergedompeld in de virtuele wereld die hij ervaart als de realiteit. Vanuit de dagdagelijkse ervaring weet de gebruiker hoe de wereld in elkaar zit en wat de beperkingen van de fysische realiteit zijn. Deze kennis wendt hij aan om zijn weg te zoeken in de virtuele wereld. Men hoeft de gebruiker dus niet meer vertrouwd te maken met het computersysteem, maar het computersysteem moet op maat van het menselijk functioneren gemaakt worden. Zo krijgen we dan een intuïtief computersysteem waarvan de gebruiker dadelijk de werking door heeft. De informatie die in het systeem vervat ligt, kan op een multisensoriële manier verkend en/of veranderd worden. De bandbreedte van de communicatie tussen de gebruiker en de computer is a.h.w. verbreed, de informatie wordt efficiënter verwerkt en de informatiedichtheid van de handelingen is groter. De gebruiker komt niet te weten hoe iets *zou zijn*, maar hij ervaart hoe iets *is*. Een gevolg is dat het ontwerpen van een VR een grondig verstaan van het menselijk functioneren in de wereld vergt, zodat hiertoe heel wat onderzoek nodig is.

VR biedt bovendien aan de gebruiker de mogelijkheid om zich in die virtuele omgeving voort te bewegen op een oneigenlijke manier. De gebruiker zou bijvoorbeeld kunnen vliegen, door muren heen kunnen stappen of gebeamed kunnen worden zoals in Star Trek. Deze oneigenlijke interactiemogelijkheden kunnen ofwel geschikt zijn ofwel kunnen ze de gebruiker verwarren. Deze geschiktheid zou wel eens afhankelijk van de toepassing kunnen zijn. Onderzoek om het goede van het slechte te scheiden is ook hier aangewezen.

BESLUIT

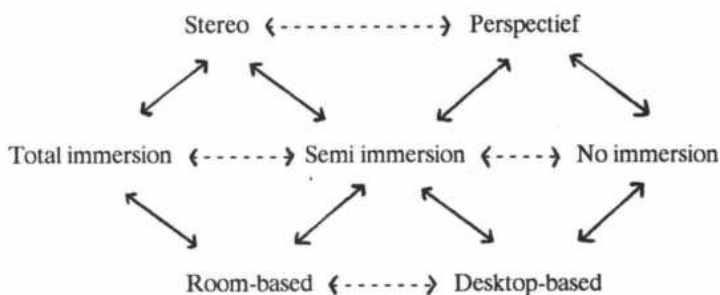
Virtual Reality wordt blijkbaar de ultieme extensie van de menselijke mogelijkheden. Waar een verrekijker de extensie van het menselijk zicht is, de auto de extensie van de menselijke ledematen én alle extensies tot dusver steeds beperkingen met zich meedragen, zal in VR uiteindelijk enkel onze verbeelding een halt stellen aan de mogelijkheden. Waar dit toe leidt, kan men op dit ogenblik enkel gissen. Zeker is dat VR onze communicatie met computers en de mediamieke communicatie grondig zal veranderen.

(*) Dit artikel is gebaseerd op zijn eindverhandeling, *Virtuele Realiteiten: naar een meer natuurlijke mens-computer communicatie*, Fac. Soc. Wet., Dep. Comm. Wet., K.U.Leuven, september 1991, 107 blz. Promotor: Dr. Dirk De Grooff. (Een andere versie van dit artikel werd uitgedeeld op de stichtingsvergadering van de vereniging voor Virtuele Realiteit op 24 oktober 1992 te Antwerpen. Geïnteresseerden kunnen steeds contact opnemen met Jan De Visscher, Van Campenhoutstraat 44, 1780 Wemmel, tel. 02/460.36.10.)

NOTEN

(1) Dat deze definitie te eng is, wordt ook duidelijk wanneer we een classificatieschema voor VR opstellen.

Het classificatieschema is bedoeld om inzicht bij te brengen in de verschillende VR systemen en deze te classificeren volgens een aantal eigenschappen. In dit deel leggen we uit hoe dit schema te gebruiken en hoe het als basis kan dienen om de verschillende systemen te definiëren.



VR classificatiegraph

In de classificatiegraph staan de nodes voor de eigenschappen van de VR systemen, de links bepalen het al dan niet samengaan van de verschillende eigenschappen. Er zijn inter-level links en intra-level links. De inter-level links duiden op een mogelijk samengaan van eigenschappen uit verschillende levels. De intra-level links geven de beperkingen aan: wanneer een bepaalde eigenschap binnen een level gekozen is, kan men voor hetzelfde systeem geen andere eigenschap meer binnen hetzelfde level selecteren.

De graph heeft drie levels (of niveaus). Het eerste level duidt de methode voor het verkrijgen van een driedimensionale waarneming aan, hetzij door middel van stereovision, hetzij door middel van de perspectief. Het tweede level duidt de mate van immersion (onderdompeling) aan. Deze immersion kan totaal, bijna totaal of helemaal niet zijn. Totale onderdompeling betekent dat de gebruiker de indruk heeft van de virtuele wereld deel uit te maken en ook alleen deze virtuele wereld te zien krijgt. Bij gedeeltelijke onderdompeling zal de gebruiker de indruk hebben deel uit te maken van de virtuele wereld, maar hij is niet gedwongen enkel en alleen die virtuele wereld te zien. No immersion duidt op geen onderdompeling, de gebruiker heeft niet de indruk deel uit te maken van de virtuele wereld, hoewel hij (eventueel) wel die wereld kan manipuleren. Het derde level duidt aan of de apparatuur eerder geschikt is voor een opstelling op een bureau (desktop-based) of daarentegen eerder een opstelling in een kamer (room-based) vereist. Om een Virtual Reality systeem te classificeren dient de graph doorlopen te worden. Een uitgewerkt voorbeeld zal dit verduidelijken. Laat ons even het Videodesk systeem ontwikkeld door Myron Krueger bekijken. In het begin zijn zeven eigenschappen mogelijk. Vanaf het moment echter dat we weten dat het systeem desktop-based is, wordt room-based uitgesloten (via de wederzijds uitsluitende intralevel verbinding). Dit laat ons de keuze tussen twee mogelijke eigenschappen: semi-immersion of no-immersion. Het systeem is

semi-immersion, daarbij no-immersion (en ook total-immersion) uitsluitend. Twee mogelijke eigenschappen dienen zich nu aan: perspectief of stereovision. Het systeem is perspectivistisch, daarbij stereo uitsluitend. Op dit moment dient geen enkele eigenschap zich nog als keuze aan die niet reeds door een intra-level link uitgesloten is. We gaan terugzoeken tot op het moment dat een alternatieve keuze zich aandient. Dit levert geen resultaat op, er dient zich geen keuze meer aan. Het systeem is geclassificeerd: het is een desktop-based virtual reality systeem met semi-immersion dat gebruik maakt van de perspectief.

Om een VR systeem te classificeren, kan men bij om het even welke van de zeven eigenschappen vertrekken. Daardoor worden reeds één of twee eigenschappen die onverenigbaar zijn met de eerste uitgesloten. Door het overgaan naar een ander level (mits eventueel wat terugzoeken) en de keuze daar, wordt het systeem uiteindelijk geclassificeerd.

De classificatiegraph is toepasbaar op alle in dit artikel beschreven VR systemen:

*VR in enge zin (met blikdichte HMD): stereo, total immersion en room-based. (Zie ook de definitie van VR in enge zin.)

*VR in enge zin (met doorkijk HMD): stereo, semi immersion en room-based.

*LCD-Shutter: stereo, semi immersion en desktop-based.

*Videoplace: perspectief, semi immersion en room-based.

*Videodesk: perspectief, semi immersion en desktop-based.

*Traditionele driedimensionale computerprogramma's: perspectief, no immersion en desktop-based.

Deze laatste vorm zou beschouwd kunnen worden als VR in de brede zin. Het betreft o.a. driedimensionale CAD programma's. Of dit werkelijk VR is, staat natuurlijk open voor discussie.

Elk van de zonet gedefinieerde systemen kan zowel interactief als niet interactief zijn. Interactieve systemen laten de gebruiker toe om zelf actief het gebeuren binnen de virtuele werkelijkheid mee te bepalen. Niet interactieve systemen laten de gebruiker niet toe actief te zijn, hij kan enkel passief de virtuele werkelijkheid ondergaan. Meestal echter zal een VR systeem interactief zijn. Interactie met de virtuele omgeving is immers, zoals reeds aangehaald, wezenlijk om de gebruiker de illusie te geven in een werkelijkheid te verkeren. Toch is het niet zomaar een level dat toegevoegd kan worden aan de graph. We hebben hier immers te maken met een continuum dat gaat van geen interactie tot multisensoriële interactie (auditief, visueel, tactiel, oleofactisch en gustatief). Een interactief systeem is interactief omdat het één of meerdere van die interactiekanalen benut. Beter dan dit continuum als level in de graph op te nemen, is eerst het VR systeem met de graph te definiëren en daarna de interactiemogelijkheden van het systeem te bepalen. Zo komen we te weten in welke mate de gebruiker met de virtuele wereld verbonden is.

- (2) Dit is een interface waarbij men zelf de acties uitvoert met een muis en niet via getypte commando's de computer de acties laat uitvoeren.

LITERATUURLIJST

- Bricken, M. (1991), Virtual worlds: no interface to design, in Benedikt, M., *Cyber-space First Steps*. MIT Press.
- Brooks, F.P. Jr. e.a (1990), Project grope-haptic displays for scientific visualization, *Computer Graphics*, 24 (4): 177-185.
- Chung, James C., e.a. (1989), Exploring virtual worlds with head-mounted displays, *SPIE Proceedings*, (1083).
- De Grooff, D. (1981), Een mediatypologie, pp. 87 in Fauconnier, G., *Algemene Communicatietheorie*. Leiden, Nijhof.
- Dewitt, P. (1990), Grab your goggles, 3-D is back, *Time*, (4).
- Ernsberger, R. Jr. (1990), Through the looking glass. Want to mingle with molecules ?, *Newsweek*, (5): 44-46.
- Fisher, Scott S. en Tazelaar, Morrill J. (1990), Living in a virtual world, *Byte*, (6): 215-221.
- Jacob, R.J.K. (1990), What you look at is what you get. Eye movement-based interaction techniques, *ACM Proceedings CHI*, (4): 11-18.
- Krueger, M. (1991), *Artificial reality II*. MA, Addison-Wesley.
- Norman, D. (1986), *The psychology of everyday things*. New York, Basic Books Inc.
- Sala, L. en Barlow, J.P. (1990), *Virtual reality, de metafysische kermisattractie*. Düsseldorf, Sala Communications.
- Schwartz, J. (1992), Entering the virtual zone, *Newsweek*, (1).
- Walker, J. (1988), *Through the looking glass*. Autodesk Internal Paper.
- Wenzel, E.M. en Foster, S.H. (1990), Realtime digital synthesis of virtual acoustic environments, *Computer Graphics*, (2): 139-140.
- X (1990), *Seminarie user interface design*. Mediacentrum K.U.Leuven, met medewerking van Integration by Design.