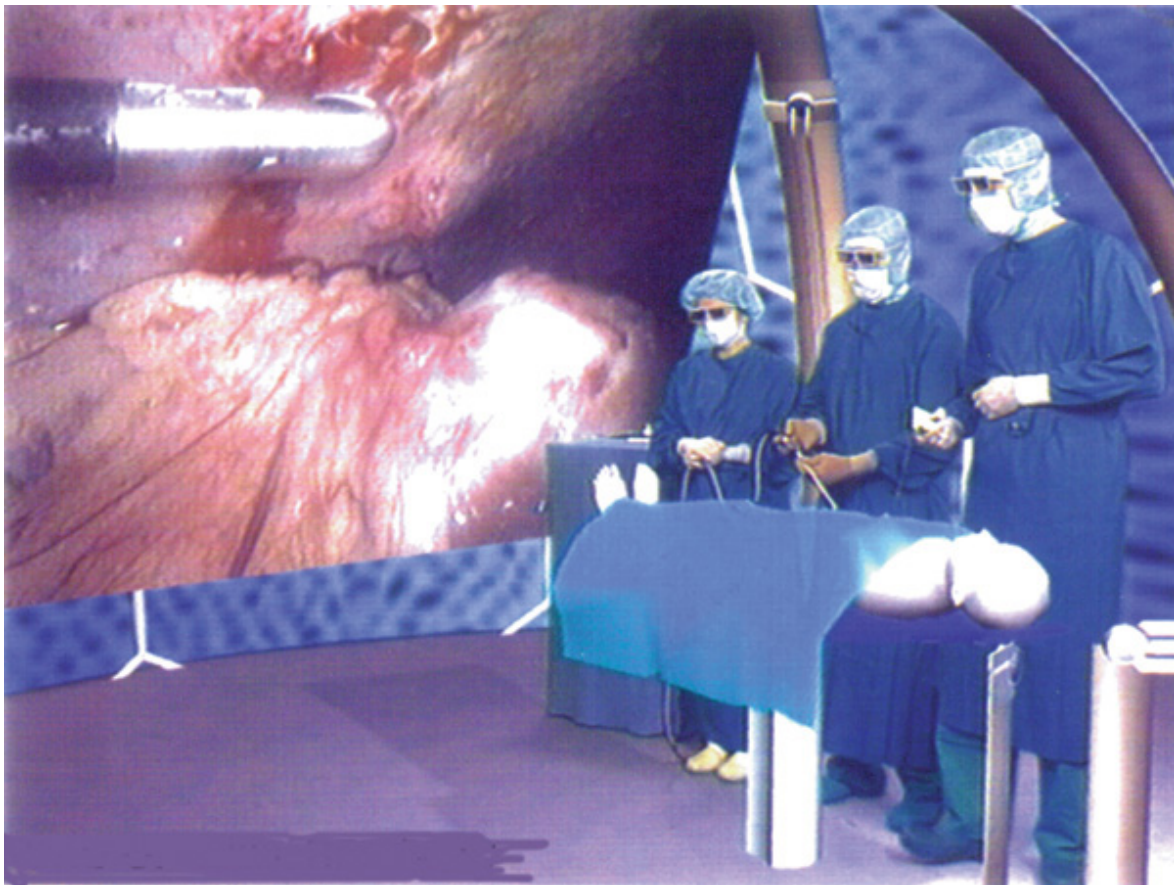


## Televisie

*Van meerdere kanten bekeken*



DOOR CHRISTIAN JONGENEEL

*De 3D-TV bestaat al tijden, in velerlei gedaanten. Ook de TU Delft houdt zich reeds langere tijd met dit concept bezig. In het enkele jaren geleden voltooide distima-project beproefde de TU Delft samen met andere universiteiten en de industrie een opstelling die gebruik maakt van twee camera's en een speciaal*

Het medische onderzoeksproject op 2000 verwacht op termijn chirurgische ingrepen op afstand te kunnen ondersteunen met 3D-technieken.  
(Foto: OP 2000)

scherm. De kijker heeft een polarisatie-brilletje op, waardoor zijn linkeroog alleen de daarvoor bestemde beelden ziet. Hetzelfde gaat op voor het rechteroog. Het grootste technische probleem daarbij is de synchronisatie: hoe zorg je ervoor dat de beelden van de twee camera's ook daadwerkelijk op hetzelfde moment de twee ogen van de kijker bereiken. De Delftse onderzoeksgroep vond echter dat tijd werd om een stap verder te gaan. Toen we dit apparaat gemaakt hadden, bleven er nog twee dingen over om te doen vertelt ir. André Redert, promovendus bij de sectie Mediamatica, onderdeel van de voormalige subfaculteit Elektrotechniek. Ten eerste wil je natuurlijk van dat brilletje af. Daarvoor bestaan zogenoemde lenticulaire schermen. Die focuseren het ene beeld op het linkeroog



Typische opstelling voor een stereotelevisiesysteem. Het bestaat uit twee camera's, waarvan de beelden zonder bewerking op een speciale stereomonitor worden getoond. De monitor laat de beelden afwisselend zien met een frequentie van 100 hertz, d.w.z. per seconde 50 beelden voor het linker oog en 50 beelden voor het rechter oog. De bijbehorende bril heeft twee polaroidglazen, die synchronoos met de monitor afwisselend het linker of het rechter beeld op het juiste oog doorlaten. De stereobril wordt gesynchroniseerd door een infraroodzender bovenop de stereomonitor.



Stereobeelden, waarbij het publiek met een brilletje met een rood en een groen glaasje zich omgeven kan voelen door de gevaren van het witte doek, zijn al jaren gemeengoed.

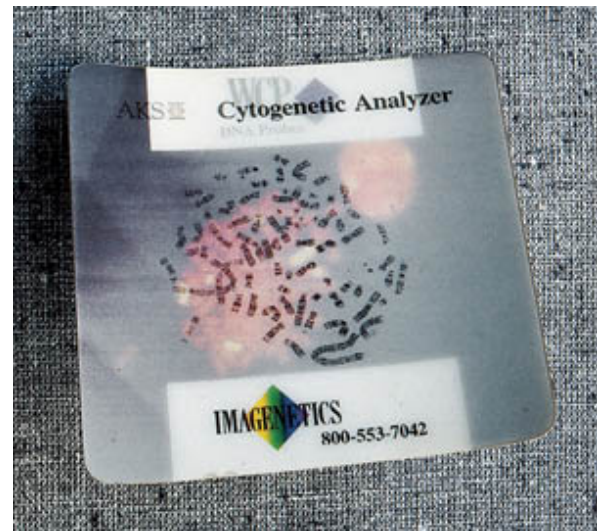
en het andere op het rechteroog. Dit lijkt een beetje op die plaatjes met plastic ribbeltjes die je vroeger had. Als je het plaatje draaide, werd het licht op een andere manier gebroken en kreeg je een ander beeld. Een beperking van zo'n lenticulair scherm is dat je er recht voor moet zitten, anders werkt het niet.

Ten tweede vervolgt Redert, zou je graag willen dat het beeld verandert met de positie van de kijker. Als je hoger gaat zitten, wil je ook een beetje meer bovenop het voorwerp kijken. Dat is het onderdeel waarmee wij ons specifiek hebben bezig gehouden.

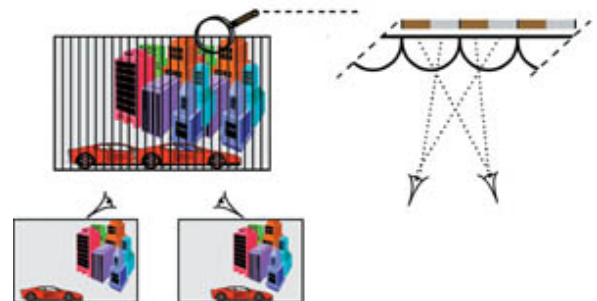
### Panorama

Redert deed zijn onderzoek in het kader van het door de Europese Unie gesponsorde Panorama-project, waarin de universiteiten van Hannover, Milaan, Patras, Tessaloniki en Delft en de bedrijven aea (uk), ccett (Fr.), Thomson (Fr.), cselt (It.), Deutsche Telekom, OP 2000 (Dtsl.), Heinrich Hertz Instituut (Dtsl.), Intracom (Grl.) en Siemens samenwerkten. Na drie jaar werk heeft dat een apparaat opgeleverd dat, met enkele beperkingen, inderdaad het beeld laat meebewegen met de kijker. Het apparaat bestaat uit twee delen: een deel voor de analyse van het beeld en een deel voor de synthese: het opbouwen van het beeld uit de informatie die de analyse heeft opgeleverd.

Om het beeld te veranderen afhankelijk van de hoek waaruit de toeschouwer ernaar kijkt, zijn in principe honderden verschillende beelden nodig. Die zou je kunnen verkrijgen door evenzoveel paren camera's te gebruiken en



Bij auto-stereoscopie neemt de kijker een stereobeeld waar zonder gebruik te hoeven maken van een speciale bril. Een bekend voorbeeld is de 3D-briefkaart. Op deze kaart worden het linker en het rechter beeld gebruikt voor twee aparte boodschappen in plaats van voor een stereobeeld.



Werkingsprincipe van een lenticulair scherm. Achter elke ribbel bevindt zich een klein deel van zowel het linker- als het rechterdeel van het stereobeeld. De ribbels fungeren als lens.

telkens het juiste paar uit te kiezen. Dat is echter niet de bedoeling. Het blijft bij één paar camera's, op dezelfde hoogte en ongeveer vijftig centimeter uit elkaar. Dat levert twee beelden op, een van de linkerkant van het object, een van de rechterkant. Deze beelden worden zodanig geanalyseerd dat er genoeg informatie is om het object uit allerlei hoeken op het scherm te zetten.

'Wanneer je de onderlinge afstand en de oriëntatie enzovoorts van de camera's heel precies weet, kun je uit de twee beelden diepte-informatie afleiden', legt Redert uit. 'Die diepte-informatie wordt samen met de twee beelden doorgegeven aan het synthesegedeelte. Uit de oorspronkelijke beelden en de diepte-informatie worden twee nieuwe beelden gegenereerd, afhankelijk van de positie van de toeschouwer ten opzichte van het scherm.' Om het systeem te laten werken, moet de computer die de beelden genereert, wel weten waar de toeschouwer zich bevindt. Dat gebeurt met een zogenaamde head-tracker, een reflector op het hoofd van de toeschouwer, waarvan de positie wordt gedetecteerd. De positie wordt doorgegeven aan de computer voor de beeldsynthese.

### Achterhoofd

Het apparaat werkt, maar er zijn er nog wel de nodige beperkingen. Een daarvan is dat het object voor de camera's ongeveer bolvormig moet zijn, bijvoorbeeld een gezicht. Alleen dan pikken de twee camera's namelijk voldoende informatie op om andere aanzichten te kunnen reconstrueren. Als het object hol is, bijvoorbeeld een op zijn kant liggende fruitschaal, pikken de twee camera's totaal verschillende beelden op, waaruit moeilijk diepte-informatie af te leiden is.

Ook moet de toeschouwer niet al teveel zijn hoofd bewegen. 'In principe zou je om het object heen kunnen lopen', zegt Redert. 'Maar wanneer je twee camera's voor een gezicht zet, kun je daaruit natuurlijk nooit het achterhoofd reconstrueren. Wat je dan krijgt, is een hol masker. Kortom, als de toeschouwer teveel naar de zijkant beweegt, gaat het ergens mis. Voor posities tussen het linker- en rechterbeeld in, gaat het meestal goed.' Met andere woorden: wanneer de toeschouwer zijn hoofd vanuit het centrum 25 centimeter naar links verplaatst, en hij dus kijkt vanuit de positie van de linker camera, gaat het nog goed. Maar wanneer hij verder naar links gaat, loopt het op een gegeven moment fout. De twee camera's geven dan niet meer genoeg informatie over het object.

### Trucje

Voor op- en neerbewegingen gebruikt Redert een trucje. Dat is nodig, want als de toeschouwer zijn hoofd omhoog beweegt, is er niet extra informatie over de bovenkant van het object. Redert vult het beeld dan op met informatie uit het omliggende gebied. Als het object een hoofd is, vult Redert de kruin dus aan met wat extra haar, zonder zeker te weten of dat daar ook daadwerkelijk zit. Zolang het om hoofden gaat, is deze oplossing alleszins bruikbaar.

Toeschouwers letten toch vooral op het gezicht en dat is goed in beeld.

Een laatste duidelijke beperking is verder dat het systeem maar één gebruiker tegelijk aankan. Dat is een onvermijdelijk gevolg van de head-tracker. Het hele systeem is er immers op gericht het beeld op te bouwen zodat het vanuit een bepaalde gezichtshoek perfect is.

Redert: 'Aan het Massachusetts Institute of Technology



Een multi-viewpoint-systeem (MVP) biedt de kijker naast stereobeelden ook de mogelijkheid om om een hoekje te kijken. Wanneer de kijker bijvoorbeeld vanuit links naar het beeld kijkt, ziet hij ook letterlijk de rechterzijde van de persoon op het beeldscherm. Het kastje op de monitor meet de positie van de kijker. Het.mvp-systeem zou op een mechanische wijze kunnen worden gerealiseerd door de camera's synchroon met de kijker mee te laten bewegen.



houdt men zich overigens bezig met 3D-televisie op basis van holografie. Daarbij is dit probleem opgelost, maar het onderzoek staat nog in de kinderschoenen.'

### Synchronisatie

Redert hield zich vooral bezig met de software van de syntesekant van het systeem. De bijbehorende elektronica was het terrein van elektronicus Hans Verschuur, eveneens van de sectie Mediamatica. Hij laat een grote kast zien met daarin een aantal grote printplaten met elektronica. 'Nu zit alles in één kast', vertelt de elektronicus. 'Maar in principe kan er een hele lange kabel zitten tussen de elektronica voor de beeldanalyse en de elektronica voor de beeldsynthese.'

Verschuur bouwde het deel voor de synthese. De helft van de elektronica houdt zich overigens bezig met de synchronisatie van de binnenkomende signalen. De informatie wordt immers getransporteerd via een netwerk, waarbij de beelden en het geluid achter elkaar komen te staan. Bij aankomst moet alles weer naast elkaar worden gezet. Bij de hoge snelheden en enorme hoeveelheden informatie die komen kijken bij real-time 3D-televisie, is het dan een hele klus om er voor te zorgen dat alle bits in de juiste volgorde bij elkaar zijn gebleven en om de afwijkingen te corrigeren.

### Opsporen

Hoewel vele onderzoekers ter wereld zich met 3D-televisie bezig houden, is dit systeem het eerste dat real-time werkt, stelt Redert. Dat wil zeggen dat de verwerking van een seconde beeld niet meer dan een seconde duurt. Daardoor wordt de techniek bruikbaar voor bijvoorbeeld videoconferenties. In de nabije toekomst, met het toenemen van de rekenkracht, zullen ook complexere objecten dan gezichten kunnen worden weergegeven. Dan komt het systeem in aanmerking voor gebruik bij bijvoorbeeld chirurgische operaties op afstand, bij het opsporen en ontmantelen van bommen met behulp van robots of bij onderhoudswerk aan kernreactoren.

Voor nadere informatie over dit onderwerp kunt u contact opnemen met ir. A. Redert, e-mail

[redert@its.et.tudelft.nl](mailto:redert@its.et.tudelft.nl)

, of met dr.ir. E.A. Hendriks, e-mail

[hendriks@its.tudelft.nl](mailto:hendriks@its.tudelft.nl)

[hendriks@its.tudelft.nl](mailto:hendriks@its.tudelft.nl)

tel. (015)

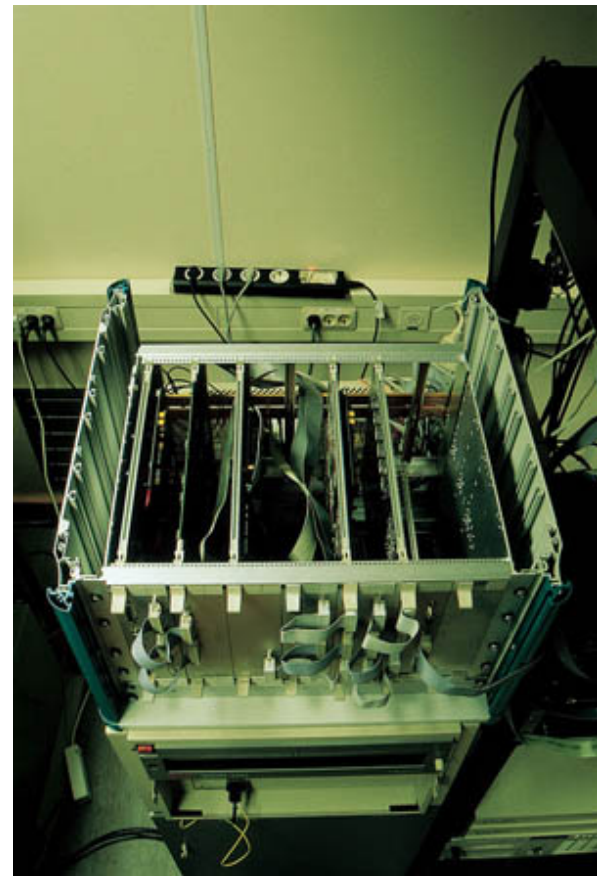
278 6269,

fax (015) 278

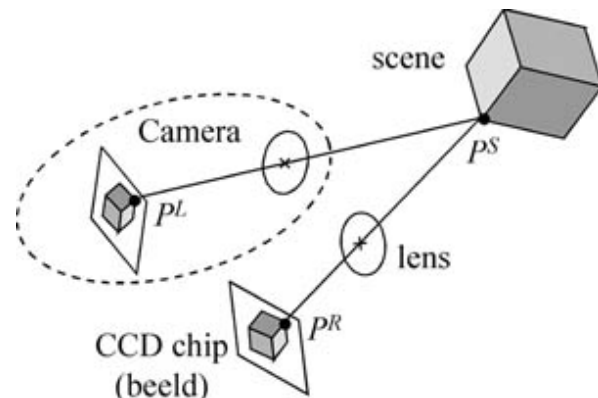
1843

[p.a.](mailto:p.a.)

[e.a.](mailto:e.a.)



Om de analyse en het genereren van beelden real-time te realiseren, moesten de algoritmen worden ondergebracht in (programmeerbare) chips. Het beeldformaat is ccir 601, d.w.z. 720 x 576 pixels, wat overeenkomt met de PAL-standaard. De verversingssnelheid is 25 frames per seconde. Het systeem kan 800.000 pixels per seconde analyseren en genereren.



Om een 3D-model te kunnen opbouwen uit twee camerabeelden, worden met behulp van beeldanalyse de ca. 400.000 corresponderende pixelparen gezocht (pl en pr). Voor ieder pixelpaar (pl en pr) worden twee lichtstralen geconstrueerd die elkaar kruisen in het punt ps, waarmee een scènepunt is gevonden.



Linker camerabeeld

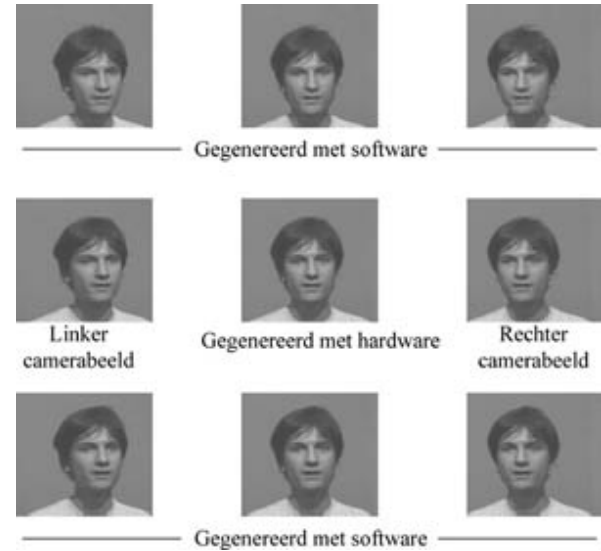


Dieptebeeld



Rechter camerabeeld

Het bekendste type 3d-model is een draadmodel. Bij het panorama-project is echter gekozen voor een 3d-model op basis van een zogenaamd dieptebeeld. Dit synthetische beeld is vergelijkbaar met een hoogtekaart, hoe verder een scènepunt van de camera is verwijderd, hoe donkerder de kleur. De eenheid is hierbij echter niet in meters, maar in pixels. Het gebruik van deze methode levert een aanzienlijke besparing in het rekenwerk



De panorama-hardware kan beelden genereren voor iedere kijkerpositie op de lijn tussen de twee camera's. Op softwarematige wijze kan echter voor iedere kijkerpositie worden geëxtrapoleerd, zowel van onder naar boven, als van voor naar achter.

