

*Op locatie*



*De  
meerdimensionale  
patiënt*

**Grijs en wit** Bio-informaticus Anton Koning bekijkt de scan van een patiënt met een migratiestoornis, waardoor de grijze en witte stof tijdens de groei niet goed verdeeld worden over de hersenen.

Het Erasmus Medisch Centrum beschikt vanaf april als eerste ziekenhuis over een eigen virtual-reality-faciliteit om medische scans in 3D te bekijken. De arts kan bijna letterlijk z'n hoofd in de patiënt steken om een tumor of hartafwijking te beoordelen. Of de nieuwe beeldtechniek ook levens redt, moet nog blijken: "De waarde blijkt pas achteraf, door er mee aan de gang te gaan."

*Arnout Jaspers*

In de schemerige ruimte verschijnt plotseling een fantoom, een pulserende grijze massa in een box met ribben van rood licht. Met een toverstaf dwingen we het fantoom om een voor een de sluiers af te werpen en z'n geheim te onthullen: het kloppende hartje van een ongeborn kind. In het echt is het niet groter dan een hazelnoot, hier doemt het op twintigmaal de ware grootte en een twintigste van de ware snelheid op uit de data-mist. Na nog enkele subtiele tikjes met de toverstaf kijken we in het hartje en zien onmiskenbaar de hartkleppen open en dicht gaan. De ultrageluid-scan van deze foetus laat een gezond hart zien.

We staan in de I-space van het Erasmus Medisch Centrum (EMC) in Rotterdam, een kamertje van tweeënhalf meter in het vierkant, waarvan de wanden en de vloer als projectiescherm fungeren. Dankzij computertechnologie en een speciale bril betreedt de gebruiker hier een virtueel universum waar levensechte objecten uit het niets materialiseren. Met een draadloze joystick - waaruit een eveneens virtuele, Star Wars-achtige rapier van licht komt - is het object te hanteren en zijn allerlei beeldinstellingen te wijzigen met een bedieningspaneel dat op de zijwanden geprojecteerd wordt.

Het 3D-effect is hier de illusie voorbij; ik neem de proef op de som door m'n hoofd in de scan steken en vanuit de patient naar buiten te kijken.

Het beeld wordt flets en schokkerig, maar klopt nog steeds. Bio-informaticus dr Anton Koning: "Dat heeft alleen zin als je een structuur bekijkt met een grote holte erin. Bovendien maakt het de I-space erg traag, omdat het beeld overal om je heen zit en de computer dus veel meer pixels moet uitrekenen."

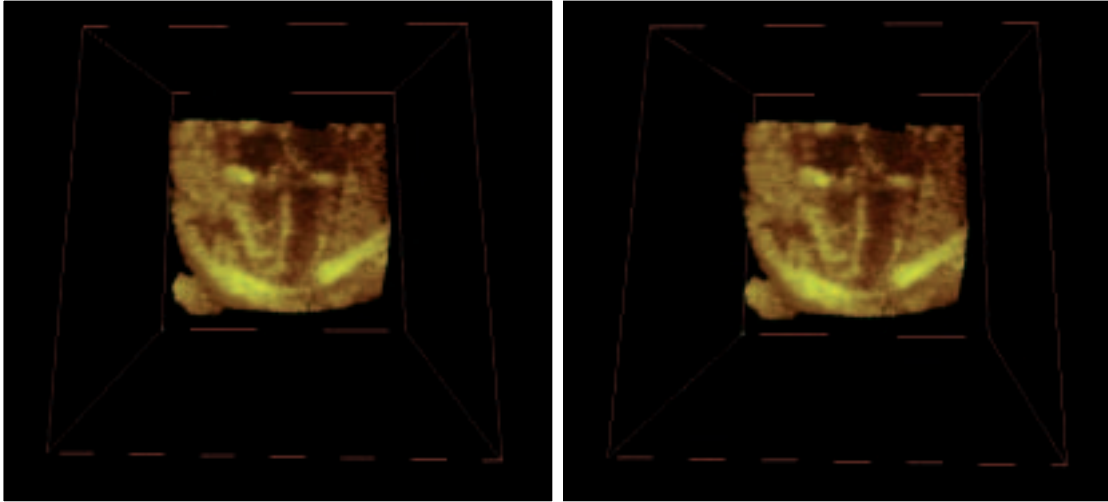
Driedimensionale scantechniek, zoals de MRI-, CT- of PET-scan, zijn in de medische wereld al ingeburgerd, maar die worden doorgaans als een serie 2D-plaatjes op een lichtbak of computerscherm bekeken. Dat moet beter kunnen, dacht initiatiefnemer Peter van der Spek, hoogleraar bio-informatica aan het EMC. "Sinds 24 maart heeft het Erasmus als eerste ziekenhuis ter wereld een eigen *virtual-reality*-faciliteit," meldt hij trots. Van der Spek was eerder betrokken bij een project om met behulp van virtual reality beter wegwijs te raken in gecompliceerde datasets met genetische en bio-chemische informatie. Dat project vond plaats in de eerste virtual-realityruimte in Nederland, de *Cave* van het Amsterdamse computercentrum Sara. (zie NW&T, februari 2003)

**Randdebiel** De virtual-realitykamer was in z'n beginjaren een technisch hoogstandje dat trekjes vertoonde van een oplossing op zoek naar een probleem. In de Amsterdamse *Cave* werd bijvoorbeeld geprobeerd mensen van

hun hoogtevrees af te helpen door ze virtueel over doodenge loopbruggen te laten lopen, en autofabrikanten zagen er ook wel wat in voor het ontwerpen van nieuwe modellen zonder veel echte prototypen te hoeven bouwen. Tegenwoordig zijn er commerciële bedrijven die kant-en-klare virtual-realitykamers leveren, onder meer onder de naam I-space.

Het principe van zowel I-space als *Cave* is hetzelfde als bij 3D-films. Het linker- en rechteroog van de gebruiker zien niet hetzelfde beeld op de wanden en vloer, maar beelden die precies zo van elkaar verschillen dat het lijkt of het object driedimensionaal is en ergens in de ruimte hangt. De computer weet, dankzij draadloos contact met de bril, precies waar de gebruiker is en in welke richting die kijkt, en rekt razendsnel uit wat waar geprojecteerd moet worden.

In de *Cave* wordt afwisselend - tientallen malen per seconde - het beeld voor linker- en rechteroog geprojecteerd en zijn de brillenglazen om-en-om zwart en doorzichtig. In de I-space worden beide beelden gelijktijdig, maar met verschillend gepolariseerd licht geprojecteerd, zodat de polariserende brillenglazen voor elk oog alleen het juiste beeld doorlaten. Wie zonder bril in zo'n kamer gaat staan ziet alles dubbel, maar met de bril op is het beeld volkomen stabiel en realistisch, zonder migraine op te wekken. De ruimtelijke suggestie is zo levensecht en de responstijd op de bewe-



**Stereo** De 3d-illusie in de I-space wordt benaderd door stereo-foto's. Zet de blik op oneindig (en eventueel een kartonnetje of speciale stereobril op de neus) en probeer de twee beelden te laten samenvloeien. Hierboven: ultrageluid-echo van het hart van een ongeborene. Zowel de boezems (boven) als de kamers (beneden) zijn te onderscheiden.

gingen van je hoofd meestal zo gering, dat je onmiddellijk vergeet dat je naar een projectie op een wand staat te kijken. "Het is net Madame Tussauds, je kunt er omheen lopen," zegt hoogleraar longziekten Henk Hoogsteden, een van de eerste medische gebruikers van de I-space. Het is overigens handiger om te blijven staan en de 3D-projectie met de virtuele aanwijsstok in de gewenste positie te plaatsen.

Hoogleraar Van der Spek werd volgens eigen zeggen aanvankelijk voor 'randdebiel' aangezien omdat hij een '3D-bioscoop' in een ziekenhuis wilde neerzetten. Het benodigde half miljoen euro moest dan ook buiten de medische budgetten gevonden worden, en de gemeente Rotterdam tastte in de buidel. De officiële opening van de afdeling bio-informatica, waar de I-space deel van uitmaakt, door burgemeester Opstelten, komt op een moment dat de faciliteit door diverse specialismen al gebruikt wordt, onder meer door gynaecologie en cardiologie.

**Betere diagnostiek** Hoogsteden test momenteel de meerwaarde van virtual reality uit bij het beoordelen van longafwijkingen. De I-space is groot genoeg om de complete torso van een patient op ware grootte of iets uitvergroot in de ruimte te zetten. Hoogsteden ziet duidelijk mogelijkheden voor een betere diagnostiek: "Een afwijking heeft altijd een relatie met z'n omgeving. Zit een tumor alleen maar tegen dat bloedvat

aan, of groeit hij er doorheen? Ook als je een punctie of bronchoscopie doet, wil je precies weten hoe de vertakkingen van de bronchiën lopen, zodat je niet de verkeerde kant op gaat en vastloopt met je bronchoscoop."

Ook bij het oordeel of een patiënt te opereren is, is ruimtelijk inzicht volgens hem erg belangrijk. Ideaal zou zijn, als de longarts samen met de chirurg vooraf de I-space in gaat en de scan van de patient bekijkt. "Maar dat is nog toekomstmuziek," aldus Hoogsteden.

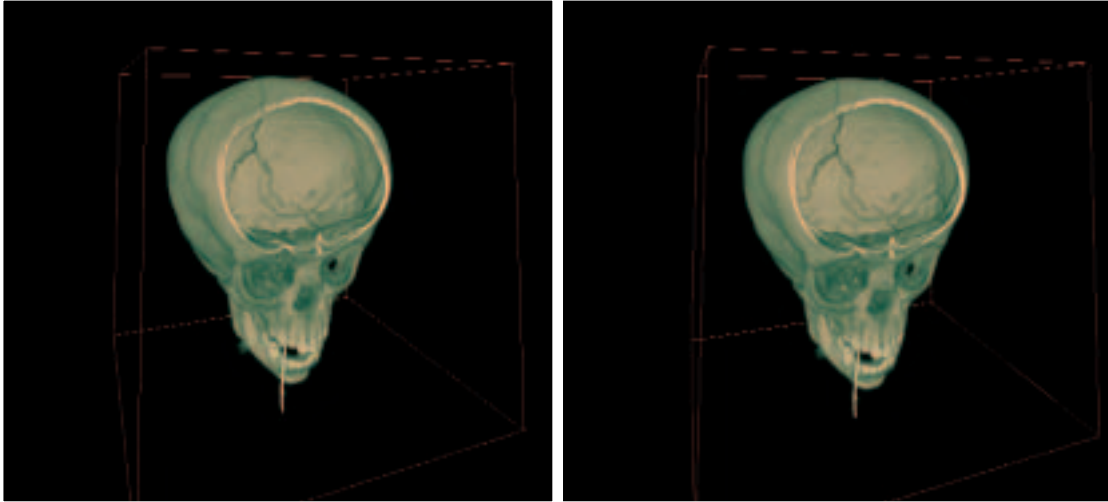
In de I-space laat bio-informaticus Koning de CT-scan zien van een patiënt met een vuistgrote longtumor, die zelfs voor een leek niet te missen is. Het monster hangt midden in de long, in een netwerk van bronchiën. Dan wijzigt Koning met de lichtende rapier op het bedieningspaneel enkele instellingen, en navigeert naar de lever. "Helaas hebben we hier al uitzaaiingen gevonden. Zie je ze?" Op goed geluk wijs ik een paar opvallende witte stippen aan. Koning: "Dat zijn bloedvaten. De grijswaarde van zo'n CT-scan geeft vooral de dichtheid van het weefsel aan. De tumor is relatief heel donker, dus je moet naar dezelfde tint zoeken." Dan kan ik inderdaad een aantal donkere bolletjes in de lever aanwijzen. "Tja, dit is waarschijnlijk een verloren gevecht," constateert Koning gelaten.

In dit geval is duidelijk dat de nieuwe beeldtechniek de patiënt niet gebaat heeft: de tumor is niet operabel. Hard bewijs dat *virtual reality* echt levens

kan redden is er nog niet. Volgens Koning is de afdeling cardiologie inmiddels bezig met een validatiestudie, waarbij verslagen van operaties met en zonder gebruikmaking van de I-space, 'blind' vergeleken worden op resultaat. "Een nieuwe techniek moet je beschikbaar hebben," concludeert Hoogsteden. "De waarde kan je pas achteraf bepalen, door er mee aan de gang te gaan."

De bedoeling is, dat medisch specialisten hier op den duur zelfstandig hun scans komen bekijken. Het hantieren van de draadloze joystick met de virtuele aanwijsstok went snel. Simpelweg door de joystick naar een object toe te brengen, duw je het denkbeeldige vlak waarmee je het object doorsnijdt naar achteren en verschijnen telkens nieuwe details. De originele scans leveren slechts beeldpunten op met een 8 tot 12-bits grijswaarde (256 tot 4096 mogelijke tinten), waaraan in eerste instantie vaak weinig bijzonders te zien is. Door klikken en slepen op de panelen op de zijwanden kan de gebruiker uitvoerig sleutelen aan de codering voor de grijswaarden, zodat allerlei details beter naar voren komen. Ook kan men de grijswaarden op elke gewenste manier door de computer laten omzetten in *false color*, zodat bijvoorbeeld de bloedvaten rood worden.

Het is aan de specialist om uit zijn eigen dataset zoveel mogelijk informatie te halen. Als we een tweede ultrageluidscan bekijken van een kinderhart met een ernstige aangeboren afwijking,



**3-D-Illusie:** CT-scan van een patiëntje met een 'waterhoofd'.

een gat tussen de hartkamers, kost het Koning nogal wat moeite om dit duidelijk in beeld te brengen. "Dat kunnen die ultrasound-jongens van kindergeneeskunde een stuk beter dan ik."

Het is denkbaar dat in de toekomst operaties *live* ondersteuning krijgen van virtual reality. Er wordt al gewerkt aan een MRI-scanner waar de patiënt in ligt tijdens de operatie, en in de Verenigde Staten zijn experimenten gaande met *augmented reality*. De chirurg heeft dan een doorzichtbril op, die het virtuele 3D-beeld van de inwendige mens over de patiënt legt, zodat de kans op verkeerd snijden kleiner wordt.

**4D** Volgens Koning is het nu 'redelijk eenvoudig' om datasets van MRI-, CT- en PET-scans om te zetten naar het format voor 3D-projectie: "In feite is dat al driedimensionale informatie." Bij zulke scans wordt het menselijk lichaam plakje voor plakje gescand om een ruimtelijk beeld te krijgen. De standaard beeldgrootte per plak is 512 x 512 pixels, maar het aantal plakken bedraagt meestal slechts enige tientallen, zodat de resolutie in de derde dimensie veel minder is dan in de andere twee, ook in de I-space. Koning: "Voor een eerste indruk is twintig tot dertig plakjes al genoeg. Maar als je bijvoorbeeld op zoek bent naar kleine uitzaaiingen in de lever, kan de radioloog besluiten om een hoge-resolutie-3D-scan te doen." Het grotere aantal plakjes betekent wel dat de patiënt navenant meer straling oploopt (bij de CT- en

PET-scan) of nog langer stil moet liggen in de nauwe tunnel van de MRI-magneet.

Theoretisch kan in alledrie de dimensies met maximale beeldgrootte van 1024 pixels gescand worden, wat voor een 3D-plaatje een dataset van zo'n twee gigabyte oplevert. Het is ook mogelijk om verschillende soorten scans te combineren tot één beeld. Zo ziet een MRI-scan nauwelijks bot, omdat dit heel weinig water bevat, en een CT-scan wel. Een PET-scan is gebaseerd op detectie van radioactiviteit in het brein en levert daarom altijd een wazig plaatje op. Door die te 'koppelen' aan een MRI-scan, die wel scherp beeld levert, krijgen de PET-scandata meer betekenis. In zulke gevallen kan de combinatie dus meer opleveren dan de som der delen.

Omdat scans met ultrageluid – de professionele versie van de pret-echo – bewegend beeld leveren, wordt dit vanwege de tijdsdimensie erbij ook wel 4D-projectie genoemd. Zelfs menselijke cellen kunnen in virtual reality tot leven komen, door de datasets van confocale (3D-) microscopie om te zetten naar het juiste format.

De laatste jaren hoeft men qua computers niet eens meer alles uit de kast te halen om virtual reality te realiseren: "De computer is vergelijkbaar met een gewone PC, maar hij heeft acht processoren met acht gigabyte gezamenlijk geheugen en vier grafische kaarten zoals die ook in high-end spelcomputers zitten." Acht beamers (twee voor elke wand

en de vloer) met een resolutie van 1280 x 1024 pixels completeren de hardware. Op de (doorschijnende) wanden wordt aan de achterkant geprojecteerd, op de vloer van boven. Om de polarisering van de twee beelden in stand te houden, moeten de wanden van een speciale kunststof zijn, en is de vloer bedekt met een kwetsbare metaalverf. Niemand mag daarom zonder speciale sloffen om z'n schoenen de I-space betreden.

Per 1 maart is het hele Erasmus Medisch Centrum elektronisch geworden: alle medische foto's en scans worden digitaal bewaard in een centrale database en alleen nog via het interne netwerk naar andere afdelingen gestuurd. De afdeling bio-informatica valt echter buiten het ziekenhuis, aangezien die zetelt op de 15e verdieping van de torenflat van de medische faculteit, tweehonderd meter verderop. De kabels voor data-overdracht liggen er wel, maar het is beleid om de twee netwerken gescheiden te houden. Koning: "Jammer genoeg is er dus nog geen directe verbinding tussen de scanners van het ziekenhuis en de I-space." Voorlopig dient men de datasets dus nog op een dvd-tje te zetten en via een doolhof van gangen en loopbruggen van het ene gebouw naar het andere over te brengen. ■

#### Informatie

I-Space  
<http://mll.csie.ntu.edu.tw/ispac.htm>

Virtual reality op Erasmus MC  
[www.erasmusmc.nl/bioinformatics/research/vrp.shtml](http://www.erasmusmc.nl/bioinformatics/research/vrp.shtml)