

# Wetenschappelijke visualisatie en Virtual Reality

## Veertig jaar visualisatie Deel 2

Jan Kraak [j.kraak@rc.rug.nl](mailto:j.kraak@rc.rug.nl)

*Dit is het tweede en laatste deel van de geschiedenis van visualisatie op het Rekencentrum (RC) van de Rijksuniversiteit Groningen, geschreven naar aanleiding van het veertigjarig bestaan van het RC dit jaar.<sup>[1]</sup>*

Vanaf het einde van de jaren tachtig werden de algemene grafische faciliteiten van het RC gaandeweg minder gebruikt. Dit kwam doordat instituten zelf computers voor speciale toepassingen gingen aanschaffen en door de opkomst van de personal computer. Omstreeks 1993 zorgde een specialisatie in zogeheten wetenschappelijke visualisatie voor een opleving. Virtual reality (VR) zorgde daarna voor een verdere opgang.

### Decentralisatie

Radioastronomen behoorden tot de eersten die de computer op grote schaal gebruikten. Metingen met de radiotelescopen in Westerbork, die een tweedimensionale matrix met getallen vormen, werden in de jaren zeventig met zogenaamde *ruled surface plots* op de brede plotter getekend (zie figuur 1). De PDP 11/70 van het RC, die de PDP-9 in 1976 opvolgde, kreeg een beeldverwerkend systeem met een kleurenmonitor. Hiermee kon men kleurenafbeeldingen van de te-

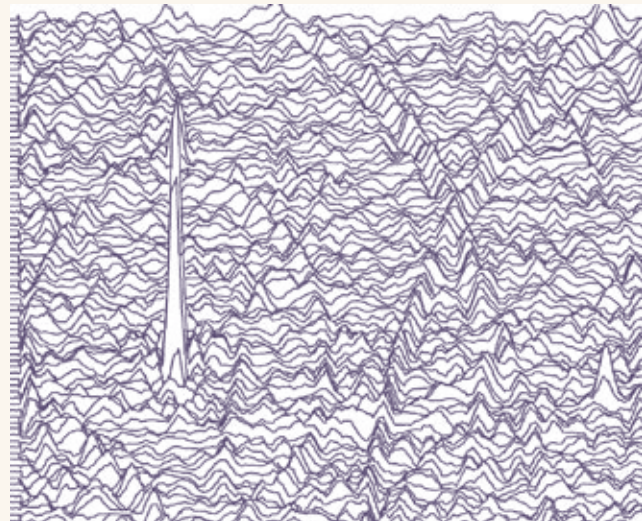


Fig. 1. Visualisatie van radioastronomische gegevens van de Westerbork-telescopen (1978)

### Veranderingsproces

lescoopgegevens snel na elkaar vertonen om radiobronnen te ontdekken; men sprak van het 'cinematografisch effect'. Het programma GIPSY<sup>[2]</sup> ontstond in die tijd. Later verhuisde het beeldverwerkende systeem naar het sterrenkundige instituut, wat voor de hand lag.

Bij de scheikundegroep die zich bezig houdt met het bepalen van de ruimtelijke structuur van proteïnen, deed zich een vergelijkbare ontwikkeling voor. Ook andere onderzoeksgroepen schaften eigen computers aan.

Niet alleen door instituutcomputers voor speciale toepassingen, maar ook door de opkomst van de pc, werden de algemene grafische voorzieningen van het RC in de loop van de jaren tachtig gaandeweg minder gebruikt. Twee laserprinters vervingen de Versatec-plotter na de afschaffing van de CDC CYBER 760 in 1989. De grote HP Draftmaster-plotter (zie figuur 4, in deel 1 in het vorige nummer van Pictogram) bleef echter tot 1998 in gebruik, ondermeer voor het tekenen van chemi-

<sup>1</sup> Het eerste deel verscheen in het vorige nummer van Pictogram (Pictogram 4, augustus/september 2004); zie voor een algemenere geschiedenis de fraaie website van Wayne Carlson: *A Critical History of Computer Graphics and Animation*, [accad.osu.edu/~waynec/history/ID797.html](http://accad.osu.edu/~waynec/history/ID797.html).

<sup>2</sup> What is GIPSY?, [www.astro.rug.nl/~gipsy/general/whatis.html](http://www.astro.rug.nl/~gipsy/general/whatis.html).

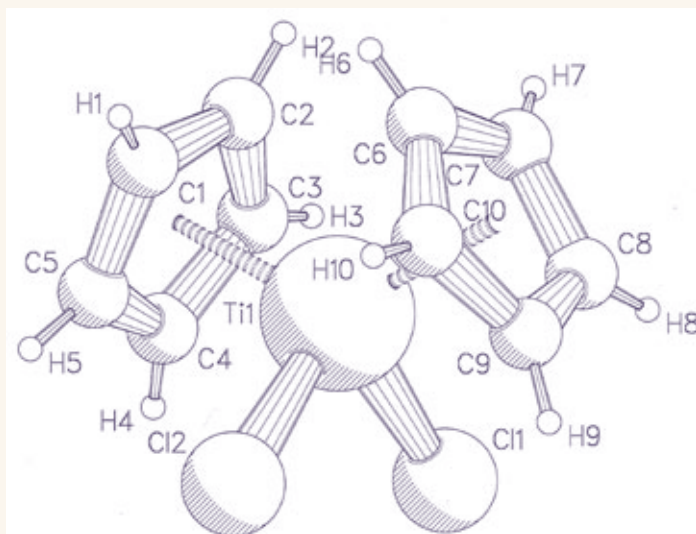


Fig. 2. Structuur van dicyclopentaantitaandichloride gemaakt met de Groningse versie van PLUTO van de scheikundige Auke Meetsma.



Fig. 3. Apparatuur in het visualisatiecentrum in 1996, met v.l.n.r. de videomonitor, de laser video disk recorder en het beeldscherm van het SGI Crimson workstation, waarop ondermeer een AVS-netwerk staat afgebeeld.

<sup>3</sup> De scheikundige Auke Meetsma gebruikte de HP Draftmaster tot aan het laatste toe. Hij was ook de laatste gebruiker van de centrale regeldrukker voor zijn zeer omvangrijke FORTRAN-programma's, zoals PLUTO voor het tekenen van moleculstructuren. Toen hij zijn laatste uitvoer om klokslag 7.30 - zijn vaste tijd - ophaalde bij het RC, werd hem die overhandigd door de eveneens matineuze Harm Rutgers met de woorden: "Bewaar dit goed, het is een historisch document". De uitvoer was gedaateerd donderdag 6 juli 2000, met als tijdstip van afdrukken 09:38:39. Meetsma bewaart overigens grote stapels regeldrukkeruitvoer op zijn kamer, die hij als kladpapier gebruikt: ruim voldoende tot aan zijn pensioen.

<sup>4</sup> Het gebruik van het woord 'visualisatie' bij grafische toepassingen stamt uit die tijd.

<sup>5</sup> Advanced Visual Systems (AVS): [www.avs.com](http://www.avs.com).

<sup>6</sup> De CM5 was de eerste parallelle computer van Groningen. Hij is net als de TR4 tot eind 2004 te zien op de Lustrumtentoonstelling van de RUG. De rest van de tijd staat de CM5 in een grote zwarte kist in het depot van het Universiteitsmuseum.

sche structuren (zie fig. 2), posters en pollendiagrammen<sup>3</sup>.

Gebruikers toonden in het begin van de jaren negentig onvoldoende belangstelling voor de aanschaf van het fraaie grafische pakket UNIRAS. Er was aanvankelijk veel vraag naar een pc-versie van KOMPLOT. Hierin werd een grafische driver van RC-medewerker Johan Kelders gebruikt. Ook collega Magda Pattiapon was nauw betrokken bij de implementatie. De behoefte aan PC-KOMPLOT was evenwel niet blijvend, omdat veel pc-programmatuur zou voordien in de vorm van specialisatie op nieuwe, geavanceerde toepassingen.

#### Wetenschappelijke visualisatie

Niet lang daarvoor, in 1987, was in Amerika het begrip scientific visualization gelanceerd in het veel geciteerde NSF-report 'Visualization in Scientific Computing'. Dit

rapport maakte duidelijk dat er grote behoefte was aan geschikte voorzieningen, zowel op het gebied van hard- als van software, voor het visualiseren<sup>4</sup> van de enorme hoeveelheid numerieke resultaten van twee- en driedimensionale computersimulaties geproduceerd door supercomputers. Er werden verschillende goede grafische werkstations ontwikkeld volgens het rasterconcept, evenals technieken om 3D-datasets te visualiseren zoals *volume rendering*. Dankzij programma's als AVS<sup>5</sup>, waarmee men standaardmodulen aan elkaar kon 'knopen' tot een netwerk, was geen grote kennissprong meer vereist alvorens te kunnen visualiseren. Van groot belang was dat ontbrekende functionaliteit kon worden geprogrammeerd.

Een groep Groninger wetenschappers van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen (FWN) die verenigd was in het Centrum voor High Performance Computing (HPC) gebruikte voor hun simulaties zeer krachtige computers (su-

percomputers) zoals de Convex en de CM5<sup>6</sup>. Deze wetenschappers zagen de noodzaak in van de nieuwe grafische hulpmiddelen. Dit resulteerde omstreeks 1993 in de aanschaf van een SGI Crimson-workstation met bijbehorende videoapparatuur. Deze apparatuur kwam in het RC in een ruimte te staan, die werd omgedoopt tot het **visualisatiecentrum** (zie fig. 3). Aanvankelijk diende AVS als



Fig. 4. In de groep van de wiskundige Arthur Veldman, hier tijdens een voordracht op de Nationale Visualisatiedagen in de Zernikeborg november 2002, worden veel stromingsvisualisaties gemaakt. Eén daarvan is naast hem geprojecteerd.



Fig. 5. De head mounted display van de eerste VR-installatie uit 1996.

visualisatiesoftware. In 1998 werd AVS vervangen door VTK: the Visualization Toolkit<sup>7</sup>.

Met de video's konden onderzoekers de resultaten van hun simulaties op conferenties tonen<sup>8</sup>. In diezelfde tijd kwam ook internet op, waarop animaties werden getoond als MPEG-movies<sup>9</sup><sup>10</sup>. Kortom, visualisatie bloeide weer op het RC. Na verloop van tijd kochten enkele instituten hun eigen visualisatiesystemen.

#### Head mounted display

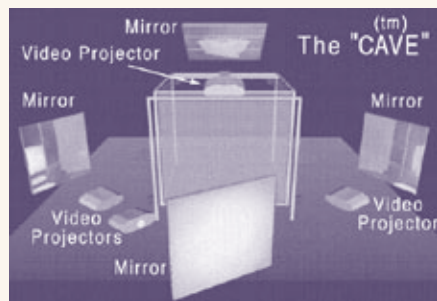
Ondertussen werd virtual reality enigszins volwassen en geschikt voor praktische toepassingen. Het HPC schafte in 1996 op initiatief van Informatica de eerste VR-installatie van de RUG aan, bestaande uit een SGI Onyx Reality Engine II-werkstation met een head mounted display (HMD) en een magnetisch tracking-systeem. Op de twee piepkleine beeldschermjes van de HMD werden stereobeelden met een resolutie van 240\*230 punten afgebeeld (zie fig. 5). Informatica gebruikte de installatie voor onderzoek, ver-

der werden er demonstraties mee gegeven. Het HPC ontwikkelde een AVS-module voor VR-toepassingen, die 'in een handomdraai' aan een bestaand visualisatienetwerk kon worden toegevoegd<sup>11</sup>. Vanwege de geringe capaciteit van de VR-installatie is deze AVS VR-extensie alleen gebruikt voor demonstraties.

#### HPC&V

Aan het einde van het vorige millennium besloot de universiteit tot de aanschaf van een tweede, state-of-the-art, VR-installatie die in 2002 in het Centrum voor High Performance Computing and Visualization (HPC&V)<sup>12</sup>, ondergebracht in de Zernikeborg, kwam te staan. In de Reality Cube<sup>13</sup>, bestaande uit een kubus met een ribbe van 2,5 meter, worden op vier wanden synchroon stereobeelden geprojecteerd (zie fig. 6). Er kunnen zich meerdere personen in bevinden.

Via shutter glasses worden om en om de stereobeelden waargenomen, hetgeen de illusie van stereo geeft. De stereobeelden worden



Figuur 6. Het principe van de Cube – ofwel CAVE – in de Zernikeborg, 2002.



Fig. 7. Visualisatie van de Titanic in een golvende zee, 2003.

7 VTK: [public.kitware.com/VTK](http://public.kitware.com/VTK). AVS was een uitstekend programma. Maar de opvolger AVS/Express had enkele ernstige ontwerpfouten, waardoor het voor geavanceerde toepassingen onbruikbaar was. Zie [rc60.service.rug.nl/~oldhpcv/hpc/VTK/express\\_vtk.html](http://rc60.service.rug.nl/~oldhpcv/hpc/VTK/express_vtk.html).

8 Have video, will travel, was toen de leuze. Laptops met MPEG-movies hebben video's inmiddels overbodig gemaakt.

9 Computational Fluid Dynamics at RUG, Movie and Picture Gallery, [www.math.rug.nl/~veldman/cfd-gallery.html](http://www.math.rug.nl/~veldman/cfd-gallery.html).

10 Examples of Internet Visualization made at the University of Groningen, [rc60.service.rug.nl/~oldhpcv/hpc/vc/vis\\_examples.html](http://rc60.service.rug.nl/~oldhpcv/hpc/vc/vis_examples.html).

11 J.Kraak, J.B.T.M. Roerdink, A Virtual Reality Extension of the Visualization System AVS, HPC-rapport, 1997.

12 Website HPC&V: [www.rug.nl/rc/hpcv](http://www.rug.nl/rc/hpcv).

13 Ook wel 'Cube' of 'CAVE' genoemd.





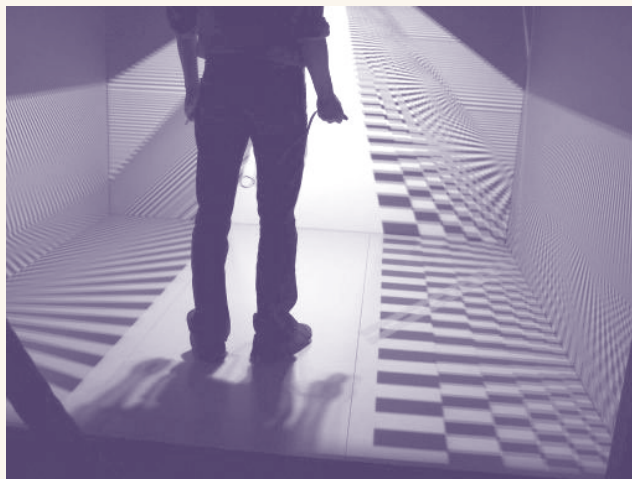


Fig. 8. Het trappenexperiment in de Cube.



aangepast aan de hoofdpositie en de kijkrichting van een 'hoofdkijker', die langs magnetische weg worden bepaald. Via een 3D-muis met druktoetsen en een joystick heeft de hoofdkijker interactie met het programma dat de stereobeelden genereert. Verder is er ook een Reality Theatre, dat geschikt is voor grotere groepen. Een toepassing van stromingsonderzoek is de visualisatie van

een schip, 'Titanic' genaamd, in een golvende zee (zie fig. 7)<sup>[14][15]</sup>. Hiervoor had de eerste VR-installatie onvoldoende capaciteit. Andere wetenschappelijke toepassingen<sup>[16]</sup> liggen o.a. in de medische hoek en op waarnemingspsychologisch terrein zoals het Phileas-project en een onderzoek naar stereotypen. Met het trappenproject<sup>[17]</sup> worden optimale patronen op traptreden voor slechtzienden bepaald (zie fig 8). Interessant voor genomisch onderzoek is het programma 'SARAGene'. Ook zijn er kunstzinnige toepassingen. De VR-installaties worden verder gebruikt voor landschaps- en architectonische visualisatie, met De Blauwe Stad en het nieuwe gebouw van verzekeringsmaatschappij Geové in Groningen als aansprekende voorbeelden.

### Toekomst

Een geschiedkundig overzicht kan niet besluiten zonder een korte blik op de toekomst, hoe lastig dat ook is. Zonder veel risico's kan men evenwel een aantal 'open deuren' van de ICT poneren. Zoals de opvatting dat alles zal goedkoper en sneller etc. zal worden, waardoor visualisatie en VR over niet al te lange tijd binnen het bereik van steeds meer onderzoeksgroepen zullen komen.

Op korte termijn zal de VR-installatie van HPC&V door een cluster van pc's worden aangestuurd; aanvankelijk naast, maar op den duur in plaats van de huidige kostbare workstations. Er is al een draagbare VR-installatie.

Door een flinke toename van de reken capaciteit zal de hiervoor genoemde Titanic-toepassing, die ternauwernood op de huidige installatie past, bruikbaar worden<sup>[18]</sup>. Interactieve *molecular docking*, de 'droom' van oud-hoogleraar Fysische Chemie Herman Berendsen, behoeft ook een grote toename in reken capaciteit.

Verbeteringen in de gebruikersinterface van software die nu vaak nog ondersteuning door specialisten behoeft, zullen visualisatie en VR bij méér gebruikers brengen.

### Pionieren

Goede ICT-ondersteuning streeft ernaar om zichzelf zo snel mogelijk overbodig te maken om vervolgens pionierswerk te verrichten. Nieuwe toepassingen zouden informatievisualisatie c.q. *visual data mining* kunnen zijn, bijvoorbeeld toe te passen bij astronomisch of genomisch onderzoek. Daarbij zal perceptualisatie<sup>[19]</sup> mogelijk een rol spelen. Hierbij worden meer menselijke zintuigen toegepast dan tot nu toe gebruikelijk is, wat kennis van menselijke perceptie vereist<sup>[20]</sup>. Verder biedt de koppeling van VR aan een Geografisch Informatiesysteem interessante mogelijkheden. Ook resultaten van archeologische opgravingen, zoals bijvoorbeeld gedaan in Midlaren in 2004, kunnen met VR worden getoond als een toepassing van *virtual heritage*. Maar er is nog veel meer mogelijk, voor wie er oog voor heeft.

14 M. ten Caat, *CFD Visualisation in Virtual Reality – the Titanic Resurrected*, [www.rug.nl/rc/hpcv/projects/vrthesis.pdf](http://www.rug.nl/rc/hpcv/projects/vrthesis.pdf). De hier getoonde Titanic is vooral bestemd voor PR, er is ook een 'afgeslankte' versie voor onderzoekers.

15 J. Kraak, *Grand challenges - De virtuele Titanic*, *Pictogram*, juni/juli 2003, [www.rug.nl/rc/organisatie/pictogram/2003-3/Virtuele\\_Titanic.pdf](http://www.rug.nl/rc/organisatie/pictogram/2003-3/Virtuele_Titanic.pdf).

16 Zie de lijst van projecten van het HPC&V op [www.rug.nl/rc/hpcv/projects/](http://www.rug.nl/rc/hpcv/projects/).

17 T. Schouten, P. Melis, *Experiment in de Reality Cube*, *Pictogram*, juni/juli 2004, [www.rug.nl/rc/organisatie/pictogram/2004-3/Trappenexperiment.pdf](http://www.rug.nl/rc/organisatie/pictogram/2004-3/Trappenexperiment.pdf).

18 Een toename in reken- en visualisatie capaciteit gaat evenwel steeds hand in hand met een toename van de hoeveelheid data van stromingsvisualisaties. Het is daarom een illusie de denken dat er ooit een 'ideale' visualisatie van stromingstoepassingen zal komen. Dit geldt voor meer wetenschapsgebieden met 'grand challenges'.

19 J.B.T.M. Roerdink, *Met het Oog op Inzicht – Visualisatie als Kringloopproces*, oratie april 2004.

20 C. Ware, *Information Visualization: Perception for Design*, Morgan Kaufmann publishers, 2000.