

OTB-promovendus brengt 3D-topografie dichterbij

# Driedimensionaal op de kaart gezet

GIS-specialist Friso Penninga heeft een innovatieve aanpak voor 3D-datamodellering ontwikkeld. De integratie van een solide wiskundige onderbouwing van de datastructuur en de gekozen tetraëderstructuur in een databaseomgeving maakt deze aanpak uniek. Deze modellering is nuttig voor iedereen die gebruik maakt van topografische data.

Geografische Informatiesystemen (GIS) zijn tot nu toe vaak tweedimensionaal. "Je ziet wat je zou zien als je recht van boven kijkt. In mijn promotieonderzoek heb ik een stap gemaakt naar de driedimensionale GIS om ook de complexere situaties, zoals meervoudig ruimtegebruik, in kaart te kunnen brengen", aldus Friso Penninga, die op 19 juni jl. aan de TU Delft is gepromoveerd op deze innovatieve aanpak voor driedimensionale datamodellering.

## Unieke combinatie

Het doel van het promotieonderzoek was het ontwikkelen van een datastructuur die om kan gaan met grote hoeveelheden data en die het laden, bijhouden, bevragen, analyseren en nadrukkelijk ook valideren van de data ondersteunt. Het proefschrift beschrijft een innovatieve topologische aanpak die uitgaat van tetraëdernetwerken (TEN's). In deze benadering wordt de werkelijkheid opgedeeld in een verzameling tetraëdervormige bouwstenen. Penninga legt uit: "Een tetraëder is de simpelste vorm die de driedimensionale ruimte kent en bestaat uit een combinatie van vier driehoeken. Met een netwerk van tetraëders proberen we de werkelijkheid te beschrijven. Hoewel dit er met het blote oog nogal ingewikkeld uitziet – probeer een kubus maar eens op te delen in tetraëders – zit er een vrij eenvoudige, meer dan honderd jaar oude wiskundige theorie achter. De computer heeft zo maar één formule nodig om alle mogelijke volumes te beschrijven, hij telt gewoon alle tetraëders bij elkaar op. Het resultaat is geen platte kaart, maar een blok bestaand uit tetraëders met lucht, aarde, gebouwen, etc."

De wiskundige onderbouwing bestaat uit concepten uit de simpliciale homologie (onderdeel van de algebraïsche topologie). Noch het idee om een TEN-structuur te gebruiken voor 3D-data, noch het idee om concepten uit de simpliciale homologie in een databasestructuur te gebruiken, is nieuw. Echter, de combinatie van de wiskundige theorie en de gekozen tetraëderstructuur in 3D, geïntegreerd in een databaseomgeving, is nog niet eerder in één aanpak samengebracht.

## Volledige 3D-modellering

Penninga heeft een fundamentele keuze gemaakt voor een volledige 3D-modellering. Voordelen hiervan zijn de expliciete aanwezigheid van lucht en aarde (vaak onderwerp van analyse), de

uitbreidbaarheid in de toekomst met andere 3D-data (geologie, vervuilde aardlagen, luchtvaartroutes, straalpaden, ondergrondse kabels en leidingen) en de sterke wiskundige onderbouwing, die de validiteit van de data garandeert, ongeacht de complexiteit van de situatie. Omdat in de toekomst het datavolume ongetwijfeld in snel tempo verder zal toenemen door de steeds gedetailleerdere meettechnieken, is de garantie van de betrouwbaarheid van gegevens een vereiste.

Daarnaast ondervangt de nieuwe methode de 'klassieke' nadelen van de tetraëderstructuur. De veronderstelde complexiteit van een TEN-benadering gaat niet langer op. Als een gebruiker objecten manipuleert, zorgen algoritmes voor de bijbehorende wijzigingen in de datastructuur. Verder is aangetoond dat de nieuwe methode de vereiste opslagruimte terugbrengt. Grote delen van de datastructuur kunnen worden afgeleid en hoeven daardoor niet expliciet te worden opge-

slagen. Hoewel het expliciet opnemen van lucht en aarde tot een aanzienlijke toename in datavolume leidt, is deze toename te rechtvaardigen gezien de huidige ontwikkelingen op het gebied van duurzaamheid en milieu. Databasefuncties als het gebruik van views, functies en functiegebaseerde indexen worden toegepast om het potentieel van de datastructuur te realiseren.

## Bijdrage aan betere besluiten

Penninga denkt dat de 3D-kaart niet heel snel gemeengoed zal worden: "Veel mensen zien de noodzaak er nog niet van in. Wanneer ze dat wel doen, ligt er in elk geval een stevige basis voor doorontwikkeling door softwareontwikkelaars." Als het relatief eenvoudige model goed wordt geïmplementeerd in software en daadwerkelijk op de markt wordt gebracht, dan biedt dit kansen voor vele gebruikers. Het gaat dan met name om topografische diensten, gemeenten en provincies, Rijkswaterstaat en Kadaster, maar



Friso Penninga: "3D-GIS kan bijdragen aan betere besluiten."

ook andere partijen die gebruikmaken van topografische data. Penninga: "Zo'n ruimtelijke 'kaart' heeft vooral in een complexe stedelijke omgeving voordelen: van gebouwen is de inhoud gemakkelijk te berekenen, zichtlijnen voor de installatie van GSM-masten zijn beter te bepalen en de verspreiding van vervuiling of geluid is

## Combinatie van wiskundige theorie, tetraëderstructuur in 3D, geïntegreerd in databaseomgeving, is uniek

dankzij hoogtegegevens van gebouwen beter in kaart te brengen. Hopelijk kan 3D-GIS uiteindelijk bijdragen aan betere besluiten."

Friso Penninga maakt in oktober de overstap van het OTB naar de gemeente Den Haag. Hij wordt daar adviseur Landmeten en Vastgoedinformatie.

## Literatuur

Het onderzoek is uitgevoerd binnen het project 3D Topografie (<http://www.rgi-otb.nl/3dtopo>), onderdeel van het Bsik-onderzoeksprogramma 'Ruimte voor Geo-informatie'.

Friso Penninga, 2008, **3D Topography. A simplicial Complex-based Solution in a Spatial DBMS**. Delft (Nederlandse Commissie voor Geodesie). Publications on Geodesy 66. ISBN 978-90-6132-304-4. Te bestellen (€ 8,-) of gratis te downloaden via [www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl).