

Het overbruggen van de kloof tussen CAD en GIS

(deel 1)

Er zijn twee typen van informatiesystemen die gebruik maken van geometrische informatie, namelijk GIS en CAD. Bij het ontwikkelen van plannen voor het ontwikkelen van infrastructurele werken (bruggen, tunnels, spoorwegen, et cetera) wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van beide systemen. Verder zien we de combinatie ook veel gebruikt bij het visualiseren en interactief verwerken van ruimtelijke informatie, bij de fotogrammetrische inwinning van ruimtelijke informatie en bij ondersteuning van locatie-gebaseerde diensten zoals navigatiesystemen. Het gecombineerd gebruik van CAD en GIS levert vaak problemen op door niet-compatibele gegevensstructuren en verschillen in schaal en functioneel niveau. In dit eerste artikel willen we deze problemen analyseren aan de hand van een aantal cases. In een vervolgartikel zullen wij nagaan hoe de interoperabiliteit tussen CAD en GIS kan worden verbeterd door op het juiste abstractieniveau te kijken naar het verschil in semantiek tussen beide werelden.

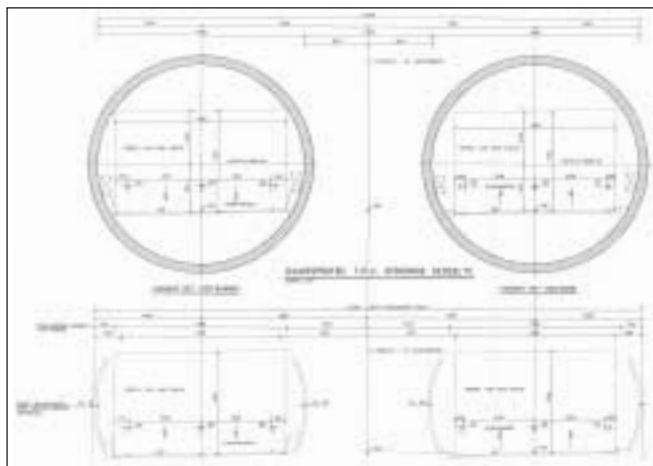
Geografische informatiesystemen (GIS) bieden ondersteuning bij het beheren en analyseren van ruimtelijke gegevens zoals wordt toegepast bij stedelijke planning, monitoring van ruimtegebruik en de verwerking van kadastrale gegevens. Computer Aided Design systemen (CAD) daarentegen worden gebruikt bij het ontwerpen en fabriceren van uiteenlopende industriële producten zoals mechanische en elektrische apparaten, maar daarnaast ook voor ruimtelijke objecten als gebouwen en bruggen. Alhoewel beide informatiesystemen, CAD en GIS, veel kenmerken gemeen hebben – bij beide draait het om geometrie – verschillen ze in een groot aantal opzichten (omvang, opslag, analyse, semantiek, kenmerken, etc.). Veel van deze verschillen komen voort uit de verschillen in de toepassingsgebieden en het feit dat de systemen ontwikkeld zijn binnen

prof. dr. ir. F.W. Jansen, hoogleraar Computer Graphics, faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica, TU Delft, prof. dr. ir. P.J.M. van Oosterom, hoogleraar GIS technologie, OTB, faculteit Techniek, Bestuur en Management, TU Delft en dr. J.E. Stoter, Department of Geo-Information Processing, ITC

verschillende bedrijfssectoren. De laatste tijd is er echter sprake van een tendens om beide systemen in combinatie te gebruiken en de gegevens onderling zoveel mogelijk te integreren. Dit zien we bijvoorbeeld bij de ‘planontwikkeling’ van grote infrastructurele projecten zoals wegen en tunnels. Eerst willen we nader de verschillen in kaart proberen te brengen. Het eerste wat opvalt, is dat CAD vooral de door mensen gemaakte wereld vertegenwoordigt, terwijl GIS ook de natuurlijke omgeving vastlegt. Daardoor is de onderliggende wiskundige modelbeschrijving anders. Terwijl CAD is gericht op het zeer accuraat in 2D en 3D weergeven van complexe objecten (inclusief beschrijvingen met vrij gevormde oppervlakken, etc.), heeft GIS als doel om grote aantallen objecten vast te leggen in een afgesproken referentiesysteem. Dit referentiesysteem verschilt in een aantal opzichten van het standaard orthogonale coördinaatstelsel van CAD omdat we bij GIS te maken hebben met een model van de bolvormige (of ellipsoïde of geoïde) wereld. Ook de tijdschaal verschilt sterk. CAD wordt meestal op projectbasis ingezet en het onderhoud van de levenscyclus is daarbij nog maar een relatief nieuwe kwestie, terwijl GIS is gericht op een zeer lange periode waarin gegevens worden verzameld en onderhouden (de levenscyclus is bijna eindeloos). Waar CAD gegevens opslaat in bestandsformaat (‘file’) en complexe

operaties toepast binnen de CAD-aplicatie zelf, bewerkt GIS gegevens die bij voorkeur in grote DBMS-en worden bijgehouden. In het algemeen kunnen we zeggen dat CAD en GIS, alhoewel beide te maken hebben met informatie over dezelfde concrete objecten in de wereld, sterk verschillen in de soort gegevens en de manier waarop deze worden beheerd. Bovendien wordt al deze verschillende informatie door verschillende organisaties geproduceerd en onderhouden (bijvoorbeeld industriële planning versus stadsplanning), voor verschillende fasen van het object (ontwerp, aanleg, onderhoud) en met verschillende hulpmiddelen geoptimaliseerd voor hun specifieke taak. Het is daarom absoluut niet eenvoudig om beide modelmethodes te combineren tot één gedeeld model dat voor de gehele plan- en beheerscyclus kan worden gebruikt. In de late jaren '80 en vroege jaren '90 zijn er veel publicaties geschreven over GIS versus CAD en de manieren waarop GIS en CAD effectief kunnen worden gecombineerd. Deze artikelen hebben als uitgangspunt meestal de vraag hoe CAD-systemen kunnen worden gebruikt voor bepaalde GIS-taken. Het streven om de verschillende gegevensmodellen en functionaliteit van CAD en GIS daadwerkelijk te integreren is echter nauwelijks aanwezig. Ongeveer tien jaar geleden verschoof de aandacht inderdaad naar de integratie van CAD- en GIS-functionaliteit naar aanleiding van toepassingsgebieden zoals stads- en landschapsarchitectuur en -planning. De aangedragen oplossingen zijn vaak adhoc-oplossingen (het vastleggen en overdragen van eenvoudige 3D-model-

Fig. 1. CAD-model ontworpen voor de Hubertustunnel in Den Haag (met dank aan de Bouwdienst van Rijkswaterstaat).



len tussen de verschillende systemen) of vereisen speciale software. De papers besluiten vaak met de opmerking dat de functionaliteit van kant-en-klare systemen voor CAD of GIS voor de besproken toepassingen nog steeds beter moet worden geïntegreerd. Meestal wordt echter geen uitspraak gedaan over hoe dit is te bewerkstelligen en wat de fundamentele problemen zijn die integratie in de weg staan. Recentere bronnen zijn vaak kennisgevingen over ontwikkelingen, zoals [Maguire, 2003], waarbij de nadruk ligt op het creëren van mechanismen voor gegevensuitwisseling door middel van gedeelde bestanden, vertaalprogramma's (gebruik makend van gedeelde 'applicatie programma interfaces', API's) voor 'punt' oplossingen tussen specifieke systemen (formaten). Maar er wordt nog steeds weinig aandacht besteed aan de meer fundamentele kwesties die moeten worden opgelost, zoals geïntegreerde geometrische-gegevensstructuren (ondersteuning voor 3D en topologie, zie bijvoorbeeld [Lee en Lee, 2001] voor een zeer bruikbaar overzicht), harmonisering van de semantiek van de gebruikte concepten en geïntegreerd gegevensbeheer. Dit in tegenstelling tot de onafhankelijke eilandjes van informatie die met elkaar worden verbonden door middel van gegevensconversie en -overdracht waarbij gegevens verloren kunnen gaan.

Planontwikkeling - modelleren en visualiseren

Voor het ontwerp van grote infrastructurele werken wordt zowel GIS als CAD ingezet: voor het ontwerp en het bouwtechnische deel worden CAD-technieken gebruikt, maar voor de eerste planning en lay-out zijn GIS-gegevens van essentieel belang. Tijdens de ontwerpfase wordt de bestaande geografische omschrijving van het gebied vaak van een GIS-systeem overgebracht naar een CAD-systeem. Nadat het bouwplan is voltooid in CAD, wordt het resultaat ingevoerd in GIS (opmeten in situ is ook vaak niet mogelijk, bijvoorbeeld bij een tunnel). Het resultaat is een interessante cyclus van conversies tussen GIS en CAD. Het komt vaak voor dat deze conversies 'met de hand' uitgevoerd moeten worden vanwege verschillen in de onderliggende representatie van gegevens in CAD en GIS die niet automatisch kunnen worden opgelost.

Voorbeeld 1: Hubertustunnel

Het eerste voorbeeld van een toepassing van 'plan-ontwikkeling' komt voort uit het 3D-kadasteronderzoek waarbij we op zoek zijn gegaan naar bruikbare CAD-modellen voor de 3D kadastrale database. We hebben o.a. de volgende organisaties bezocht: gemeente Rotterdam, twee afdelingen van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Projectorganisatie HSL en Bouwdienst Rijkswaterstaat) en een ingenieursbureau (Holland Railconsult). Uit de resultaten van dit onderzoek kon worden geconcludeerd dat de CAD-modellen die tijdens ontwerpprocessen worden gemaakt geschikt zijn voor direct gebruik in een driedimensionale kadastrale geo-database. Tevens bleek (automatische) conversie (vrijwel) onmogelijk. De voornaamste oorzaak daarvan is dat fysieke 3D-modellen over het algemeen nog steeds

worden ontworpen met 2D-aanzichten, waarbij gebruik wordt gemaakt van lineaire profielen en dwarsdoorsneden (fig. 1). Aannemers en bouwers zijn gewend aan 2D-tekeningen; voor het begrijpen van 3D-tekeningen zijn speciale vaardigheden vereist.

Voorbeeld 2: fietstunnel Houten

Er zijn wel veel voorbeelden van driedimensionale CAD-modellen te vinden die tijdens het ontwerp-proces ontstaan, maar deze modellen worden meestal alleen gebruikt ten behoeve van visualisatie (fig. 2). Uit een deelstudie [Hoefsloot, 2003] kwam naar voren dat CAD-modellen, die ontworpen zijn voor visualisatie, ook niet (direct) geschikt zijn voor driedimensionaal kadastraal gebruik. De bestanden zijn meestal te gedetailleerd: objecten kunnen niet makkelijk worden herkend (en geselecteerd) op bestandsbasis. Ook worden ruimtelijke 3D-gegevens in CAD-modellen vaak gedefinieerd door complexe geometrische primitieven, meestal parametrisch beschreven. Momenteel kunnen deze gegevens niet automatisch worden geconverteerd tot de primitieven die beschikbaar zijn in een ruimtelijk DBMS (punten, lijnen, polygonen, polyhedra) op het gewenste detailniveau.

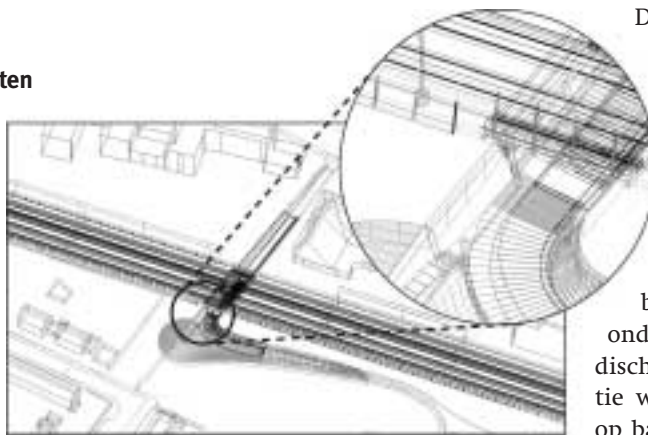


Fig. 2. CAD-model ontworpen voor een fietstunnel in Houten.

(bron: Holland Railconsult).

Voorbeeld 3: brug Amsterdam-Rijnkanaal bij Utrecht

Rijkswaterstaat heeft deze brug in Utrecht in een driedimensionaal CAD-systeem ontworpen (fig. 3). Deze brug is ook opgenomen in de topografische basiskaart (DTB-nat) door middel van een plat vlak in 3D. Voor visualisatiedoel-einden werd om pragmatische redenen besloten om de brug nogmaals – in een andere omgeving – in te voeren, aangezien dat minder werk zou zijn. De gebruikers waren beiden experts op het gebied van hun softwarepakket dus was er geen sprake van onbekendheid met de software maar van een ‘echt’ probleem. Dat is niet bevredigend, aangezien hierdoor overtollige gegevens ontstaan (die kunnen leiden tot inconsequenties), maar ook omdat ergens in het gedetailleerde ontwerp informatie ligt opgesloten die voor een minder gedetailleerd model zou kunnen worden gebruikt, maar die bij de huidige methode onbenut blijft.



Fig. 4. Survey Plan voor 3D-perceel in Queensland (Australië).



Voorbeeld 4: kadastraal perceel in 3D

In sommige landen zijn 3D-percelen inmiddels geïntroduceerd, bijvoorbeeld in het Australische Queensland.

Deze percelen kunnen door middel van meting worden vastgelegd, maar de geometrische omschrijving van deze 3D percelen kan ook worden vastgelegd in een ontwerpomgeving (CAD). Dat gebeurt bijvoorbeeld wanneer een 3D-perceel niet zichtbaar (en dus niet meetbaar) is, zoals in het geval van een ondergrondse constructie. In de juridische documenten in de landregistratie worden de modellen opgenomen op basis van specificaties voor Survey Plans, ‘3D veldwerken’ [Queensland Government, 2003]. Deze modellen zouden de basis kunnen zijn voor de invoer van de geometrie van deze 3D-percelen in de 3D kadastrale database, los van het feit of dit nu uit ontwerp danwel meetomgeving kwam. De 3D kadastrale database is echter nog geen praktijk. Het gebruik van de 3D-modellen voor een 3D kadastrale database vereist dat het model en de procedure vanaf het begin helder en correct zijn. Dat impliceert tevens dat bij de communicatie gemeenschappelijke concepten tussen CAD en GIS moeten worden gebruikt.

Voorbeeld 5: Karma-systeem

Het Karma-systeem [Verbree et al, 1999] is ontworpen om de ontwikkeling van plannen voor grote infrastructurele objecten (bruggen, spoorlijnen, etc.) te ondersteunen en interactie met de modelgegevens in een driedimensionale ‘virtual reality’ (VR) omgeving mogelijk te maken. Er werden interfaces ontwikkeld om de Arcinfo-SDE-database te koppelen aan VR-omgevingen die waren gebouwd op basis van de WTK, de WorldToolKit [Sense8, 2004]. Met de WTK kan hetzelfde programma voor VR-software worden ge-

Fig. 3. De brug over het Amsterdam-Rijnkanaal bij Utrecht.
(bron: RWS/AGI).

bruikt op pc's, virtual workbench (stereo-projectietafel) en volledige 'immersive' VR-systemen zoals de CAVE of een head-mounted display. Om op deze platformen betekenisvolle interactie te ondersteunen, werden drie weergaven ontwikkeld: een 2D-weergave voor algemene oriëntatie 'plan view' voor PC-gebruik, een 2.5D-modelweergave 'model view' voor interactie en manipulatie op de workbench en een 3D-wereldweergave ('world view') voor realistische visualisatie (fig. 5). De daadwerkelijke integratie van CAD en GIS is met name relevant voor de 3D 'world view'. Voor deze weergave wordt de abstracte 2.5D-weergave van GIS-objecten (geëxtrudeerde 2D-objecten uit de 2D-

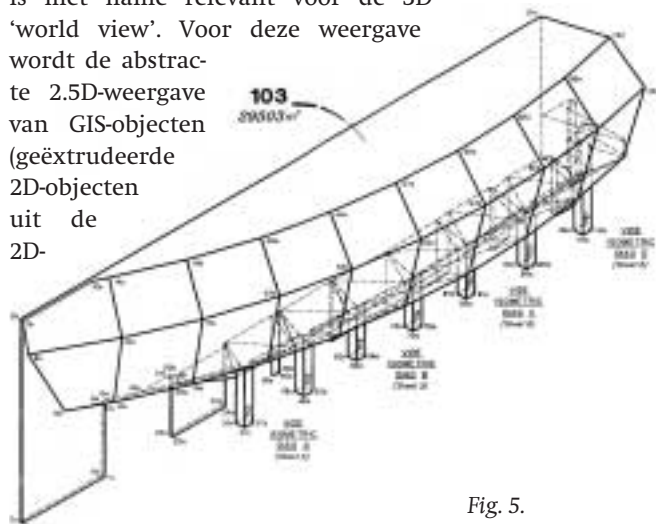


Fig. 5.
2D-weergave, 2.5D-modelweergave en 3D-wereldweergave in Karma.

weergave) van de 'modelview' vervangen door realistische 3D CAD-modellen. Voor de implementatie van dit idee waren CAD-modellen nodig die konden worden gerelateerd aan (2/2.5D) GIS-objecten. Het bleek echter buitengewoon moeilijk om de complexe gegevensstructuur van CAD-omgevingen te relateren aan de vereenvoudigde en individuele GIS-objecten, hetgeen nodig was om automatisch schaal en oriëntatie aan te kunnen passen. Ook het vereenvoudigen van het complexe CAD-model tot een simpeler geometrie, zodat deze kon worden gekoppeld aan het 'grondvlak' van het object in de GIS-database, bleek niet triviaal.

Het overbruggen van de kloof

Uit bovenstaande voorbeelden komt naar voren dat CAD- en GIS-gebruikers vaak worden gevraagd om geometrische informatie uit te wisselen. In de praktijk blijkt echter dat het niet makkelijk is om gegevens tussen CAD en GIS uit te wisselen. Het komt regelmatig voor dat twee afdelingen binnen

een organisatie (zoals een gemeente, een provincie of rijksoverheid), waarvan de een CAD gebruikt en de ander GIS-software, moeilijk gegevens kunnen uitwisselen. Iedereen die weleens heeft geprobeerd om CAD-gegevens in GIS-software te importeren (of andersom) is wel bekend met de problemen die zich daarbij voordoen, zoals bijvoorbeeld het gebrek aan objectdefinities in de CAD-modellen, het gebruik van verschillende schalen, de omzetting van de lokale coördinaten (CAD) in een referentiesysteem voor zowel horizontale en verticale coördinaten, parametrische vormen die niet kunnen worden geconverteerd tot GIS-objecten en verschillende detailleringniveaus die moeten worden generaliseerd. Vaak is er ook een inhoudelijk of semantisch verschil tussen de concepten die in een ontwerpomgeving (CAD) worden gebruikt en de concepten die worden gebruikt voor op waarnemingen en metingen gebaseerde geoinformatie (zoals gebruikt binnen GIS). Het mag dan ook geen verrassing zijn dat als we gegevens converteren van GIS naar en CAD (of omgekeerd), er discrepanties kunnen ontstaan in de elementaire representatie van de gegevens wat op zijn beurt weer leidt tot het verlies van (impliciet gecodeerde) semantische betekenis/informatie. Het behoud van de integriteit en functionele betekenis van de gegevens is daarom van cruciaal belang voor het overbruggen van de kloof tussen de beide werelden. Voordat de situatie beter kan worden, moeten de raamwerken van concepten (ontologieën) binnen CAD en GIS expliciet worden gemaakt, met elkaar worden vergeleken en aan elkaar gerelateerd.

Conversies binnen GIS en CAD

Om een beetje 'gevoel' te ontwikkelen voor conversies tussen CAD en GIS, is het verstandig om kort te kijken naar een aantal conversies binnen elk gebied. Uit deze conversies kan al een aantal belangrijke conclusies worden getrokken. We beginnen met een aantal conversies (inclusief geometrische en thematische informatie) op GIS-gebied, gevolgd door CAD.

Conversies tussen/binnen GIS, enkele voorbeelden

- Van grootschalig (gedetailleerd) naar kleinschalig (overzicht): dit proces wordt generalisatie genoemd (niet te verwarren met specialisatie en generalisatie binnen de hiërarchie van objectklassen). Het is van essentieel belang om de betekenis van de verschillende objecten te begrijpen, evenals het doel van degene waarvoor deze generaliseerde kaart wordt gebruikt;
- Van digitaal landschapsmodel (gegevensstructuur/database) naar digitaal kartografisch model (weergave op scherm, papier, etc.): dit proces wordt visualisatie genoemd. Ook hierbij is het belangrijk dat de semantiek wordt gebruikt bij het selecteren van de juiste grafische primitieven/symbolen (voor de verschillende objectklassen) en de juiste grafische parameters (kleur, breedte, textuur) om de waarde van relevante kenmerken weer te geven;
- Bij geografische gegevens uit heterogene bronnen die dezelfde regio (en deels hetzelfde thema) beschrijven is een diepgaand begrip nodig van de semantiek voor schema-integratie (het maken van modellen met 'het beste uit beide werelden' in één gelijkvormige omgeving) en schema-mapping (de conversie van modellen/objecten/om-

schrijvingen uit één wereld in de concepten die in de andere wereld worden gebruikt), bijvoorbeeld gebouwen uit de GBKN gebruiken voor de gebouwenregistratie.

Conversies tussen/binnen CAD, enkele voorbeelden

- Detailleringniveau: om interactiviteit en weergave in 'real time' mogelijk te maken, wordt het aantal polygonen in complexe CAD-modellen vaak verkleind zonder dat de visuele kwaliteit daaronder lijdt. In een vluchtsimulator wordt het oplossend vermogen van het landschapsmodel dynamisch vergroot en verkleind afhankelijk van de positie van het vliegtuig boven het landschap. Het streven is een continuüm tussen de plaatselijke details en het globale overzicht. Een vergelijkbare techniek genaamd 'occlusion culling' (eliminatie van zeker onzichtbare gebieden/objecten) wordt gebruikt om het aantal polygonen te verkleinen bij het weergeven van grote, stedelijke omgevingen op straatniveau, waar grote delen van de stad toch niet zichtbaar zullen zijn. Door de voorkevels van de straat als 'clipping plane' (afsnijdvlak) te gebruiken en deze gecompliceerde oppervlakken samen te voegen tot vereenvoudigde vlakken wordt het visualiseringsproces ordes van grootte versneld;
- Meshing: alhoewel bij meerdere soorten functionele analyse, zoals de berekening van sterkte en stijfheid, allemaal dezelfde geometrie van een object wordt gebruikt, kan de exacte geometrische representatie van toepassing tot toepassing verschillen. Zo is bijvoorbeeld voor sterkteanalyse met eindige elementen een volumetrische 'meshing' in elementen nodig. De dichtheid van de elementen wordt idealiter aangepast aan de lokale spanningsgraad, zodat onnodige berekeningen over gebieden waar niets gebeurt worden vermeden en de gebieden waar sprake is van veel spanning zeer nauwkeurig worden berekend. Bij andere simulaties met eindige elementen, zoals bijvoorbeeld 'gietvormstroming', kan een heel andere mesh-topologie worden gebruikt, omdat we ons daarbij willen concentreren op de dunne, verafgelegen onderdelen, die de stroming wellicht moeilijk bereikt;
- Modelleren en conversie van features [Bidarra en Bronsvort, 2000; Bronsvort en Noort, 2004]: om naast geometrie ook thematische informatie te kunnen meenemen, is (ook) in de CAD-wereld het begrip 'feature' gedefinieerd. Een feature is een vormelement met een vooraf gedefinieerde betekenis en bijbehorende attributen (ook niet-geometrische). Zo kan bijvoorbeeld een cilindervormig gat worden gedefinieerd als doorlopend_gat ('through_hole') of als doodlopend_gat ('blind_hole'), afhankelijk van de topologie (onderaan open of gesloten?) en het bijbehorende fabricageproces. Ook hier kan eenzelfde onderdeel van de geometrie in verschillende weergaven van de 'feature' worden gebruikt, afhankelijk van de vraag of we dat onderdeel van de geometrie, bijvoorbeeld een oppervlak, willen gebruiken als referentie voor oppervlaktegladheid, als referentievlak in een assemblage of als bevestigingsoppervlak voor een machine.

Uit deze voorbeelden komt duidelijk naar voren dat modelconversies zelden op geometrische 'vertalingen' alleen worden gebaseerd. In de meeste gevallen gebruiken we ook wat functionele kennis ('semantiek') behorende bij de geometrie om de functionele betekenis te interpreteren en de consistentie

(bijvoorbeeld geslotenheid van de geometrie) en geldigheid (het niet veranderen van de functie) te garanderen.

In dit deel is aandacht besteed aan de problemen die een GIS-CAD-integratie in de weg staan. Uit dit artikel blijkt wel dat de GIS-CAD-integratie nog lang niet vanzelfsprekend is. In het volgende deel komt een mogelijke oplossingsrichting aan bod die de integratie op een fundamenteel niveau aanpakt. ■

Literatuur

Bidarra, R., W.F. Bronsvort, *Semantic feature modelling*. Computer-Aided Design, 2000, Vol. 32, 201-225.

Bronsvort, W.F., A. Noort, *Multiple-view feature modeling for integral product development*. Wordt gepubliceerd in Computer-Aided Design, 2004

Hoefsloot, M., *3D Geo-Informatie uit bestaande CAD modellen*. Case study report, TU Delft, sectie GIS-Technologie, 2003.

Lee, S.H. en K. Lee, *Partial Entity Structure: A compact non-manifold boundary representation based on partial topological entities*. In: handelingen van Solid Modeling 2001, Ann Arbor, Michigan, Verenigde Staten, 159-170.

Maguire, D. J., *Improving CAD-GIS Interoperability*, ArcNews Online, (www.esri.com/news/arcnews/winter0203/articles/improving-cad.html), 23 januari 2003.

Sense8, *WorldToolKit® Release 10*, www.sense8.com/products/wtk.html, 2004

Verbree, E., G. van Maren, F. Jansen en M.J. Kraak, 1999, *Interaction in virtual world views, linking 3D GIS with VR*, International Journal of Geographical Information Science, 13,4,385-396.

Samenvatting

CAD- en GIS-systemen worden vaak beide gebruikt bij de uitvoering van projecten. Conversie van gegevens tussen deze systemen is dan regelmatig nodig. Het gecombineerd gebruik van CAD en GIS levert vaak problemen op door niet-compatibele gegevensstructuren en verschillen in schaal en functioneel niveau. In dit eerste artikel worden de problemen toegelicht aan de hand van een aantal cases. Verder worden diverse aspecten van conversie besproken.

TREFWOORDEN

GIS-technologie; Gegevensverwerking; Onderzoek

Summary**Bridging the gap between CAD and GIS**

CAD and GIS systems are often used together in extensive projects. Thus, data conversion between these systems is a regular requirement. However, the concurrent use of CAD and GIS causes issues regarding non-compatible data structures and differences in scale and functional level. In this first article these issues are explained in a few cases. Furthermore, various aspects of conversion are described.

KEYWORDS

GIS-technology; Data processing; Research

Résumé**Raccorder la lacune entre CAD et GIS**

Les systèmes CAD et GIS sont régulièrement utilisés pour la réalisation de projets. La conversion des données entre les systèmes est nécessaire. L'utilisation combinée de CAD et GIS pose souvent des problèmes qui sont causés par des structures de données non compatibles et de la différence au niveau de l'échelle et dans le niveau fonctionnel. Dans le premier article on explique les problèmes à l'aide de quelques études de cas. Les aspects divers de conversion sont traités plus tard.

MOTS CLÉS

Technologie SIG; Traitement de données; Recherche

Uit geologische memoires...

"Ook op dienstniveau waren we betrokken bij zaken die uiteindelijk niet gelukt zijn. Het gaat te ver om dat mislukkingen te noemen, je moet natuurlijk zaken uitproberen. Maar in het onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van remote sensing in de kartering is wel heel erg veel geïnvesteerd. Dit onderzoek vond plaats in

het kader van NIWARS (Nederlandse Interdepartementale Werkgroep voor de Applicatie van Remote Sensingtechnieken). Het toeval wilde dat in het zorgvuldig gekozen proefgebied bij Losser de techniek leek te werken, maar later bleek dat ongeveer het enige gebiedje te zijn. Voor dit onderzoek zijn vele luchtfoto's gemaakt. Toen een boer van ons

hoorde dat zijn boerderij vanuit de lucht gefotografeerd zou worden, vroeg hij ons nog even te wachten. Dan zou hij het erf harken en de zaak aan kant maken."

Cees den Otter, in: "Van de kaart. Een loopbaan in de geologische kartering", TNO-Nitg, Utrecht 2004.

KONTEK ENGINEERING B.V.**Geodesie •**

Architecten- & Ingenieursbureau BNA •

Vastgoedmanagement •

Installatieservice •

Raadgevend Ingenieursbureau •

Vastgoedservice •



Waagpassage 1 • Postbus 331 • 8200 AH Lelystad

T 0320 24 14 54 • F 0320 23 20 63

E info@kontek.nl • I www.kontek.nl

Overige vestigingen in Bolsward, Oegstgeest en Oss

