



Thema's voor onderzoek 2005 – 2010

1. Inleiding

De Subcommissie Geo-Informatie Modellen van de Nederlandse Commissie voor Geodesie fungeert sinds 1989 als platform voor het afstemmen, coördineren en initiëren van onderzoek op het gebied van de geo-informatie. Tevens tracht de Subcommissie problemen en vragen op dit gebied te identificeren, te beschrijven en zo mogelijk op te lossen. De Subcommissie beperkt zich tot die aspecten van de geo-informatie die passen binnen het werkveld van de Nederlandse Commissie voor Geodesie en zij richt zich hierbij op de conceptuele aspecten van de modellering van ruimtelijke gegevens.

In de Subcommissie werken nu 13 wetenschappers en specialisten van universiteiten, onderzoeksinstituten, overheidsdiensten en bedrijven samen. De Subcommissie bestaat uit: ir. G. Boekelo (Grontmij), prof.dr.ir. A.K. Bregt (voorzitter; Centre for Geo Information, Wageningen UR), ir. P.P. Cluitmans (Provincie Gelderland), dr. M.J.M. Grothe (Adviesdienst Geo-informatie en ICT RWS), ir. L. Heres (Adviesdienst Verkeer en Vervoer RWS), ir. E. Kolk (Topografische Dienst Kadaster), ir. J. Kooijman (secretaris; TNO-NITG), prof.dr. M.J. Kraak (ITC), dr. M.J. van Kreveld (Faculteit Wiskunde en Informatica UU), prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft), prof.dr. F.J. Ormeling (Faculteit Geowetenschappen UU), ing. M. Reuvers (Ravi) en ir. R.C.J. Witmer (Kadaster).

De taken van de Subcommissie worden uitgevoerd door het houden van vergaderingen, het organiseren van studiedagen, het samenstellen van publicaties en het initiëren van onderzoek. Tijdens studiedagen wordt uitvoerig aandacht besteed aan een bepaald vraagstuk, waarbij ook deskundigen van buiten de Subcommissie worden uitgenodigd.

De Subcommissie wenst een perspectief te schetsen van het werkgebied met als doel bepaalde ontwikkelingen in de geo-informatie meer gericht te kunnen sturen. De Subcommissie heeft hiertoe tien thema's geformuleerd die een kader vormen voor discussie en waarbinnen onderzoeksvragen en onderzoeksprojecten geplaatst en getoetst kunnen worden. Deze thema's zijn:

- Thema 1a. Modelleren van de spatio-temporele werkelijkheid
- Thema 1b. Spatio-temporele algoritmen
- Thema 2. Mutaties van databases en databaseconsistentie
- Thema 3. Meerschelijke spatio-temporele data
- Thema 4. Kwaliteit van spatio-temporele data en de modellering van onzekerheid
- Thema 5. Visualisatie van geo-informatie
- Thema 6. Gebruik van geo-informatie
- Thema 7. Geo-informatie infrastructuur en interoperabiliteit
- Thema 8. Mobiele objecten
- Thema 9. Semantiek
- Thema 10. Recht en organisatie

De nota is tot stand gekomen in een zogenoemde metaplansessie met de leden van de Subcommissie. Hierin zijn onderzoeksvragen en onderzoeksonderwerpen geïdentificeerd, beschreven en gerangschikt.

Heeft u reacties, vragen of opmerkingen naar aanleiding van de nota dan kunt u zich wenden tot een van de leden van de Subcommissie. Nadere informatie over de Subcommissie is te verkrijgen de adjunct-secretaris van de NCG: de heer F.H. Schröder, NCG, Postbus 5058, 2600 GB Delft, tel. 015 – 278 2103, fax 015 – 278 1775, e-mail f.h.schroder@lr.tudelft.nl

Meer informatie over de NCG en de Subcommissie Geo-Informatie Modellen: www.ncg.knaw.nl

2. Thema's voor onderzoek

Thema 1a. Modelleren van de spatio-temporele werkelijkheid

Onderwerpen

- Classificatie, modellering en representatie van dynamische systemen
- Representaties van de spatio-temporele werkelijkheid
- Consistentietegels
- Fuzzy modellen; onzekerheid

Achtergrond

De werkelijkheid, met daarin dynamische aardse systemen (ondergrond, water, lucht, etc.) en dynamische ruimtelijke ordeningssystemen (percelen, gebouwen, transportsystemen, etc.), wordt gekarakteriseerd door (relatieve) referenties in ruimte en tijd. Dit geldt ook voor beheerssystemen in de ruimtelijke ordening (administratieve, vergunnings- en andere gebieden). Hierbij wordt een systeem opgevat als een object, inclusief het resultaat van veranderingsprocessen. De dynamische aardse systemen worden veelal opgesplitst in deelsystemen, die door geologische, geofysische, geochemische, geohydrologische en geotechnische natuurlijke discontinuïteiten bepaald en afgebakend zijn in ruimte en tijd met vaak onregelmatige vormen. Voor ruimtelijke ordening en beheerssystemen geldt dit ook. De deelsystemen worden bepaald door door de mens ontworpen discontinuïteiten die eenvoudiger weer te geven zijn; zij zijn vaak regelmatig van vorm, bepaald door het maakproces of het materiaal. Al deze systemen zijn dynamisch wat betreft hun spatio-temporele eigenschappen, niet alleen wat betreft de geometrie en de onderlinge topologische eigenschappen, maar ook wat betreft hun interne eigenschappen. We spreken hier van spatio-temporele informatie.

Onderzoek in dit thema richt zich op het formuleren van (data)modellen voor de representatie van deze spatio-temporele systemen. Op dit moment worden de aspecten van de systemen uit de werkelijkheid (met hun gegevens en processen) in de praktijk veelal separaat bestudeerd, ofwel het ruimte-, het eigenschap- of het tijdsaspect. Het lijkt theoretisch mogelijk te zijn een meer omvattende vastlegging van dynamische systemen te maken door gebruik te maken van 4D- (of nD-) topologieën om de informatie te ordenen. In de literatuur zijn al enkele aanzetten in die richting gegeven.

Ook zijn er goede 4D-topologiebibliotheken die mogelijk in projecten gebruikt kunnen worden. Een aantal onderwerpen op dit gebied dient verder onderzocht te worden, alvorens sprake is van een inzicht in of een oplossing van huidige problemen. Deze belangrijkste onderwerpen staan hieronder beschreven.

Classificatie, modellering en representatie van dynamische systemen

Objecten zijn de begrippen waar de gebruikers gewend zijn mee om te gaan. In dit verband kan verwezen worden naar het terreinmodel vastgoed (NEN-norm 3610) en dergelijke. Wanneer dynamische systemen gehanteerd worden, dienen de classificaties verder verdiept en aangescherpt te worden. Zijn deze identiek aan 2D- of 3D-objecten? Worden in een systeem tijdreeksen en ruimtelijke informatie gecombineerd? Van belang is dat systemen niet alleen door ruimtediscontinuïteiten afgebakend worden, maar ook door de tijd. Een systeem heeft een levenscyclus, met een ontstaan, bestaan en einde. De basis van het hedendaagse modelleren kan worden gevonden in de objectgeoriënteerde aanpak: een gegevensmodel wordt gestructureerd m.b.v. objectklassen en hun onderlinge relaties. Dergelijke modellen worden beschreven in de grafische taal Unified Modeling Language (UML). Het onderzoek zal moeten leiden tot geharmoniseerde modelraamwerken voor relevante geo-informatiedomeinen.

Representaties van de spatio-temporele werkelijkheid

De spatio-temporele informatie wordt veelal gecreëerd met speciale modelleer- of simulatieapplicaties, die werken op single user filestructuren. De datastructuren, die gebruikt worden, zijn analoog aan de 2D- en 3D-situatie raster- of vectorgeoriënteerd. Dit hangt sterk af van de gerelateerde opslag-, reken- en visualisatiefuncties. Interessant is ook te weten hoe bestaande informatie in ruimte of tijd geïntegreerd en gerepresenteerd kan worden als eigenschappen van een 4D-systeem. Naast de representatie is de opslag en het beheer van dit soort informatie in een multi-user omgeving op dit moment nog niet of slecht mogelijk, zeker niet met objectrelationele databasesystemen (zie ook thema 3). Vele organisaties hebben hier op korte termijn wel oplossingen nodig.

Dynamische systemen kunnen een rol spelen in verschillende contexten. Hetzelfde systeem of object kan in een andere context een andere naam hebben of tot een andere klasse behoren. Het kunnen hanteren van verschillende classificatiehiërarchieën is noodzakelijk. Hoe dit te presenteren en te hanteren is onderwerp van onderzoek. Er is ook een relatie naar meerschalligheid (thema 4).

Consistentieregels

Hoewel het gebruik van UML-klassediagrammen bijna de *de facto* aanpak is voor het opzetten van (formele) modellen, heeft deze diagramtechniek toch beperkte semantische precisie. Binnen UML is voorzien in een niet-grafische taal om de te modelleren semantiek (begrippenkaders) verder formeel te beschrijven met behulp van de Object Constraint Language (OCL). Hiermee kunnen zogenaamde geldigheidscondities ('constraints') worden gespecificeerd, die bij het model horen, o.a. invarianten voor klassen en pre- en post-condities voor operaties. Voordeel van het gebruik van OCL is dat, net als bij UML, er generieke tools zijn die OCL ondersteunen (dus niet geo-informatie specifiek). Onderzocht moet worden hoe consistentieregels behorende bij het model verder gebruikt kunnen worden in de systemen: zowel bij de opslag (GeoDBMS), bewerken (GIS) als de uitwisseling (communicatieformaten). Er is een sterke relatie met thema 9 Semantiek.

Fuzzy modellen; onzekerheid

Hoewel er al het nodige is gedaan aan de theorie rond fuzzy modellen (en onzekerheid) is het gebruik in de praktijk nog zeer schaars. Onderzocht moet worden of de op dit moment beschikbare theorieën (en bijbehorende fuzzy modellen) voldoende volwassen zijn voor gebruik. Daarna moet worden uitgezocht hoe de kloof tussen de (verbeterende) theorie van fuzzy objectmodellen en de praktijk gedicht kan worden. Hierbij kan gedacht worden aan prototype implementaties (al dan niet op basis van beschikbare open source GIS-programmatuur die kan worden aangepast).

Thema 1b. Spatio-temporele algoritmen

Onderwerpen

- Algoritmen voor opslag en toegang van spatio-temporele data
- Algoritmen voor bewerking van spatio-temporele data
- Algoritmen voor een efficiënte berekening van systeemherkenning
- Algoritmen voor een efficiënte berekening van systeemsimulatie
- Spatio-temporele data mining

Achtergrond

Terwijl algoritmen voor ruimtelijke data en tijdreeksen al jaren bestudeerd worden, is het onderzoek naar algoritmen voor spatio-temporele data nog weinig gevorderd. Het temporele aspect aan ruimtelijke data geeft een extra dimensie waarin berekeningen uitgevoerd moeten worden. Dit betekent dat spatio-temporele uitbreidingen van gewone ruimtelijke algoritmen naar verwachting aanzienlijk moeilijker en langzamer zullen zijn. Het is daarom van groot belang om aandacht te besteden aan het ontwikkelen van efficiënte algoritmen. Deze algoritmen dienen in eerste instantie om met spatio-temporele data om te kunnen gaan, enerzijds met de opslag en toegang en anderzijds met de bewerking van representaties van systemen.

Het modelleren en rekenen met spatio-temporele gegevens is een andere vorm van koppeling tussen het ruimtelijk en tijdsaspect. Hierbij hebben niet de dataobjecten een extra attribuut op de tijdschaal, maar draait het om meer complexe grootheden, die beschreven kunnen worden als spatio-temporele gegevens. Algoritmen om de systemen te creëren, o.a. door de spatio-temporele beschrijving af te leiden uit meetgegevens of te ontwerpen, zijn noodzakelijk. Zodra deze goed gedefinieerd en gemodelleerd zijn, is het weer van belang om efficiënt afgeleide informatie uit deze processen te berekenen.

Algoritmen voor opslag en toegang van spatio-temporele data

Spatio-temporele informatie zal in verschillende representaties bestaan. De opslag en toegangsfuncties dienen snel en efficiënt te werken. Indexering- en clusteringalgoritmen voor het optimaliseren van deze functies dienen onderzocht te worden (b-tree, quad-tree, hexa-tree, adaptieve methoden). Voor spatio-temporele data kunnen bestaande algoritmen deels veralgemeniseerd worden naar een extra dimensie, of kunnen deels nieuwe technieken onderzocht worden.

Algoritmen voor bewerking van spatio-temporele data

De beschrijving van dynamische systemen als spatio-temporele data vraagt ook om de mogelijkheid om deze gegevens te bewerken. Functies en algoritmen om doorsnijdingen, projecties, omhullende, etc. te berekenen zullen nodig zijn. Het is van belang aanwezige kennis op het gebied van ruimtelijke algoritmen uit te breiden naar deze spatio-temporele data. Hierbij zal, nog meer dan bij de ruimtelijke data, het bereiken van efficiëntie een uitdaging zijn.

Algoritmen voor systeemherkenning

Veel ruimtelijke objectgegevens worden 'herkend' of geïdentificeerd aan de hand van meetgegevens (satellietbeelden, seismiek, etc.). Het is van belang ook functies en representaties te ontwikkelen van de meetdata en de geïdentificeerde systemen. Vele mogelijkheden zijn hier denkbaar, variërend van statistische technieken en/of neurale-netwerktechnieken. Op dit moment zijn wel ruimtelijke clusteringen denkbaar op basis van de x,y,z coördinaten. Vaak worden lineaire relaties verondersteld, die in de realiteit niet waar zijn voor de geowetenschappelijke objecten. Deze hebben over het algemeen zeer onregelmatige vormen. Diverse technieken zouden bestudeerd moeten worden, waarna de resultaten geëvalueerd kunnen worden aan de hand van een aantal vooraf opgestelde criteria, zoals: betrouwbaarheid, performance, multi-user support, etc.

Algoritmen voor systeemsimulatie

In simulatieprogrammatuur worden historische en toekomstige processen gesimuleerd en gekalibreerd. De resultaten van, met name 3D, simulatieprogramma's zijn al 4D-datasets. Op dit moment worden daar series snapshots gebruikt, die een zelfde topologie hebben en alleen variëren betreffende ruimtelijke coördinaten en eigenschappen. In belang van domeindecompositie en adaptieve gridding is een aanpak waarbij ook de topologie kan variëren in de tijd onontbeerlijk. Technieken uit de simulatie van 3D-processen dienen getoetst te worden op de vraag in hoeverre zij de spatio-temporele werkelijkheid adequaat modelleren.

Spatio-temporele data mining

Het ontdekken van relevante patronen en ontwikkelingen bevindt zich op een abstractie laag hoger dan de basale geo-informatie analyses en berekeningen. Er zullen technieken uit de data mining en kennis-technologie moeten worden ingezet (en aangepast voor spatio-temporeel specifieke zaken) voor het behalen van de gewenste resultaten. Daar het echter vaak enorme hoeveelheden gegevens gaat, is het zeer gebruikelijk om deze op een voor data mining geschikte manier, specifiek te structureren. Dit kan concreet betekenen dat redundantie wordt toegestaan t.b.v. een efficiëntere basisanalyse en de daar weer op gebaseerde hogere niveau data mining. Onderzocht moet worden hoe de werelden van data mining en geo-informatie bij elkaar gebracht kunnen worden.

Thema 2. Mutaties van databases en databaseconsistentie

Onderwerpen

- Historie opbouwen door registratie van edit-acties
- Mutaties met behulp van elementaire mutatiefuncties
- Mutatie(-omgevingen), consistentieregels en efficiency
- Veldwerk nieuwe stijl

Achtergrond

Nu steeds meer geo-informatieverzamelingen digitaal beschikbaar zijn, wordt de bijhouding het belangrijkste geo-informatie productieproces. Grofweg zijn er twee bijhoudingsvarianten denkbaar: 1. Periodiek alle gegevens opnieuw inwinnen (en de oude gegevens vergeten) en 2. Continue veranderingen op entiteitsniveau traceren en verwerken. Met name op de tweede variant is onderzoek nodig. De basisgedachte is dat vóór de verandering de database zich in een consistente toestand bevindt, zowel wat administratieve attributen, topologische structuur en wat andere verwijzingen betreft. De mutatieoperatie past een of meer entiteiten aan binnen een databasetransactie. Na deze transactie is de database in een nieuwe consistente toestand of de gehele transactie gaat niet door.

Historie opbouwen door registratie van edit-acties

Muteren van een bestand vindt in eerste instantie plaats om het bestand actueel te houden. Voor gebruikers, die slechts geïnteresseerd zijn in het heden, is dit voldoende en hoeft het verleden niet bewaard te worden. Er is echter ook een groep gebruikers die belangstelling heeft voor de historie. De klassieke manier voor het vastleggen van historie is het opgezette tijden maken van een kopie van de database en deze kopie te bewaren op een fysieke schijf ('snapshot' methode). Een alternatieve methode is om de tijdsdimensie expliciet in de database op te nemen. Dit maakt het mogelijk om iedere individuele mutatie afzonderlijk vast te leggen. Op deze manier wordt een nagenoeg continue historische registratie van het fenomeen verkregen. Uit de ervaringen die hierbij zijn opgedaan bij bijv. de Kadastrale registratie en het Nationaal Wegenbestand, komen een aantal onderzoeksvragen naar voren:

- Hoe kan onderscheid worden gemaakt tussen correcties (herstel fouten) en 'echte' mutaties?
- Hoe zijn fouten uit het verleden correct te herstellen?
- Hoe om te gaan met de historie van geplande objecten (bijv. wijken die nooit aangelegd zijn)?
- Hoe om te gaan met het doorvoeren van mutaties in het moederbestand naar dochterbestanden?

Mutaties met behulp van elementaire mutatiefuncties

Mutatieacties zouden moeten zijn opgebouwd uit één of meerdere goed gedefinieerde elementaire mutatiefuncties. Voor het muteren van de topologische en geometrische elementen in een geografisch bestand, bestaan deze basisfuncties reeds min of meer. Het gebruik van deze basisfuncties garandeert de onderlinge consistentie van lijnen, bogen en vlakken. Daarnaast bestaat behoefte aan basisfuncties, die de consistentie kan garanderen van zaken als classificatie, identificatie en administratieve gegevens. Wellicht dat aanvullend onderzoek in de richting van Euler-operaties, zoals deze in de CAD-wereld al wel gebruikt worden, hier antwoord op kan geven.

Mutatie(-omgevingen), consistentieregels en efficiency

Bij het muteren van omvangrijke databestanden moet aandacht worden geschonken aan de multi-gebruiker aspecten: de mutatieoperatie van de ene editor mag niet in conflict komen met die van een ander. Op zich is dit geen nieuw fenomeen bij administratieve databases. Bij geo-informatie kunnen de transacties echter complex en langdurig zijn, waardoor een bekende oplossing als 'database locking' mogelijk om een alternatieve oplossing vraagt zoals 'versioning'. Hierbij spelen ook zaken een rol als de verhouding tussen de centrale database en virtuele fragmentkopieën (de werkruimte) die de editor op zijn desktop onder handen heeft.

Bij een keuze voor 'versioning' dient er speciale aandacht uit te gaan naar de bewaking van de consistentie. Ook hier zullen er verschillen zijn met klassieke 'locking' technieken. Bij 'locking' wordt tijdelijk de controle op de integriteit opgeschort. Deze wordt pas weer geactiveerd aan het einde van de transactie, meestal als de werkruimte weer wordt vrijgegeven. Deze methode is bij 'versioning' niet meer praktisch, gezien de lange transactietijd. Er zal voor gezorgd moeten worden dat de consistentieregels ook tijdens de mutatiesessies bewaakt worden.

Veldwerk nieuwe stijl

Vanouds is het verzamelen van de brongegevens in het veld gescheiden van het invoeren daarvan in een bestand op het kantoor. Nieuwe technieken maken het in principe mogelijk om veld- en kantoorwerk bij elkaar te brengen en te integreren tot één handeling. Eén van de mogelijkheden is om het kantoor naar het veld te brengen. Lichte draagbare apparatuur en mobiele communicatietechnieken maken het mogelijk om op iedere plek verbonden te zijn met de database en ter plekke gegevens in te voeren. Een andere mogelijkheid is om het veld naar het kantoor te brengen; gedetailleerde opnames met video- en fotoapparatuur in het veld, kunnen vervolgens op kantoor direct worden verwerkt.

Thema 3. Meerschallige spatio-temporele data

Onderwerpen

- Generalisatie van spatio(-temporele) data, waaronder vlakgerichte GKBN en TOP10vector
- Consistente multischaalrepresentaties en onderlinge koppeling van spatio(-temporele) data
- Meerschallige ruimtelijke analyses
- Generalisatie
- Schaalloze databestanden

Achtergrond

Een kenmerkende eigenschap van ruimtelijke data is dat het op meerdere schalen geanalyseerd en gevisualiseerd kan worden. Eén mogelijkheid om hiermee om te gaan is de data op het meest gedetailleerde niveau (grootste schaal) op te slaan, en de minder gedetailleerde niveaus hieruit af te leiden. Dit heet ook wel generalisatie; een veel bestudeerd thema binnen het geografische informatiesystemenonderzoek. Desondanks zijn er nog geen complete geautomatiseerde generalisatiemethoden voorhanden en verder onderzoek blijft noodzakelijk.

Vaak is het toch nodig om data op verschillende schaalniveaus op te slaan, een multischaalrepresentatie. Maar dan is het belangrijk om te garanderen dat deze schaalniveaus onderling consistent zijn, zodat bij wijziging van schaalniveau geen tegenstrijdigheden naar voren komen. Hieraan moet aandacht besteed worden bij het ontwikkelen van een multischaalrepresentatie en bij datageneralisatie.

Andere aspecten van meerschalinge benaderingen zijn het ontwikkelen van efficiënte algoritmen voor generalisatie, de generalisatie voor specifieke dataverzamelingen als de GKBN en de TOP10vector, en de generalisatie van data met een temporele component (waarbij bijvoorbeeld de temporele component gegeneraliseerd dient te worden, al dan niet in samenhang met de spatiële component). Tenslotte verdient het uitvoeren van meerschalinge analyse extra aandacht. Zo zou bijvoorbeeld een clusteranalyse kunnen opleveren op welke schalen er sprake is van clustering.

Generalisatie van spatio(temporele) data, waaronder vlakgerichte GKBN en TOP10vector

Kennis op het gebied van generalisatie van ruimtelijke data dient geconsolideerd te worden en toegepast op bestaande datasets, zoals de vectordatasets GKBN en TOP10vector en rasterdatasets bijv. satellietbeelden. De algoritmen en symboollogica dienen systematisch onderzocht, ontwikkeld en toegepast te worden.

Consistente multischaalrepresentaties en onderlinge koppeling van spatio(temporele) data

In situaties waarbij generalisatie niet haalbaar is, in verband met de complexiteit of uit efficiencyoverwegingen, dient een oplossing gezocht te worden in het tegelijkertijd opslaan van gegevens op meerdere schalen. Dit is het principe van 'multi resolution/representation database', waarin diverse generalisatiestappen (of dataresoluties) zijn opgeslagen en door applicaties worden ondersteund. Vanuit gebruikersoogpunt biedt dit een tussenoplossing voor de generalisatie.

Meerschalinge ruimtelijke analyses

Het is van belang om in geval van meerschalinge datasets (gegeneraliseerd of multischaal) analyses te kunnen doen. Analyses die onderzocht kunnen worden zijn onder andere typische booleaanse GIS-functies, waarmee uit twee datasets nieuwe informatie afgeleid kan worden.

Generalisatie

Projecten als Magnet hebben bewezen, dat een objectgeoriënteerde benadering de potentie heeft het generalisatieprobleem op te lossen. Door te focussen op haalbare deeloplossingen voor objectcategorieën voor de generalisatie van één schaal naar het naast hogere niveau (bijv. voor wegennetwerken, grondgebruik) ontstaan praktijkoplossingen. Deze lijn dient verder ontwikkeld te worden. Trefwoorden zijn: stapsgewijze aanpak, modelgeneralisatie op basis van te kiezen attribuutwaarden, overdracht van object-id's door de schalen heen, visualisatie van datasets en generalisatie van mutaties. Als spilschalen worden beschouwd 1:1000, 1:10.000, 1:50.000 en 1:250.000.

Schaalloze databestanden

Schaalloze bestanden vormen een verdere ontwikkeling van de generalisatie, waarbij objecten op elke gewenste schaal kunnen worden gegeneraliseerd (landschapsmodel) en afgebeeld (kartografisch model). Ook hier geldt dat een gefaseerde aanpak gebaseerd op haalbaarheid van de oplossing de meest praktijkgerichte benadering is.

Thema 4. Kwaliteit van spatio-temporele data en de modellering van onzekerheid

Onderwerpen

- Kwaliteit vastgelegd in meta-informatie en de invloed van meerschalingheid
- Kwaliteit vastgelegd in representatieonzekerheden in objectinformatie
- Voortplanting kwaliteit bij mutatie

Achtergrond

Het onderzoek heeft betrekking op de wijze van vastleggen en manipuleren van objecten in ruimtelijke modellen, waarvan de topologieën, geometrieën en gerelateerde eigenschappen niet zeker zijn (probability) en onzeker zijn (uncertainty). Met name de kwaliteit is een onmisbaar stuk informatie behorende bij de objecten. De kwaliteit geeft de mate van zekerheid aan van een bepaalde representatie van een bepaald systeem of object, gerelateerd aan een bepaalde context. Kwaliteit kan uitgedrukt worden in meta-informatie parameters, conform de normen als CEN 287. Meerschalligheid voegt hieraan toe het aspect van veranderende kwaliteit bij opschalen en mogelijk ook een andere context waarin gebruik plaats vindt. Bij aggregatie en interpretatie van basis punt- of lijngegevens naar ruimtelijke modellen op een bepaalde schaal is de vraag hoe onnauwkeurigheid in de basisgegevens zich vertaalt in probability en uncertainty, mede samenhangend met de impliciet of expliciet ingebrachte domeinkennis.

Kwaliteit vastgelegd in meta-informatie

De representativiteit van objecten en systemen kunnen een verschillende kwaliteit hebben. Dit wordt uiteindelijk mede bepaald door de context waarin en dus de schaal waarop de informatie nodig is. Een goede systematiek van schaal en context zal mede nodig zijn om de kwaliteit van spatio-temporele informatie vast te leggen. Voor de schaaldefinitie kunnen dat bijvoorbeeld vaste schaaltrappen met bijbehorende nauwkeurigheden zijn. Voor context een eenduidige manier van het definiëren van het doel, waarvoor de informatie is gecreëerd. Dit bepaalt wanneer spatio-temporele informatie bruikbaar is of niet. Wanneer data met een bepaalde nauwkeurigheid opgeschaald worden, kan nieuwe informatie ontstaan met een andere nauwkeurigheid, bruikbaar in een andere context. Generalisatietechnieken en multischaalbenaderingen en hun invloed op de kwaliteit van de informatie is een zeer belangrijk onderwerp van studie, dat van groot belang is met name in allerlei managementrapportages (bijvoorbeeld van gemeente, naar provincie, rijk, EU of VN).

De kwaliteit van de spatio-temporele modellen wordt niet alleen bepaald door de context en de schaal, maar ook door de wijze van uitvoeren van de processen waarmee de informatie gecreëerd is. Het is daarom van belang deze informatie te registreren, zoals in vele meta-informatiesystemen al gebeurt. De vraag hoe in tijd variërende kwaliteit moet worden vastgelegd is een interessant probleem.

Kwaliteit vastgelegd in representatieonzekerheden in objectinformatie

Het verschil tussen onzekerheden betreffende systeemgeometrieën en eigenschappen en onzekerheden in topologieën is het feit dat topologische relaties ook ophouden te bestaan, terwijl gegeven een object de geometrieën en eigenschappen altijd aanwezig verondersteld worden. Dit te onderzoeken met probabilistische en fuzzy set theorieën kan van groot belang zijn.

De diverse oplossingen gehanteerd in de literatuur kunnen op bruikbaarheid voor spatio-temporele objecten getoetst worden. Voorbeelden zijn stochastische (X-plots, pdf's,), fuzzy, alpha shapes technieken. De vraag is niet alleen welke technieken kunnen volstaan, maar vooral ook wat dit betekent voor de opslagstructuur voor de geometrische gegevens en (on)mogelijke conversies daartussen. Meerschalligheid stelt aparte problemen voor objecten. De geometrie en topologie van objecten kunnen bij opschalen verdwijnen. Daarbij is van belang vast te leggen of en hoe de gezamenlijke geometrie, topologie en attributen in het tot stand gekomen hogere orde object worden gerepresenteerd.

Voortplanting kwaliteit bij mutatie

Mutatie in spatio-temporele modellen heeft niet alleen effect op de kwaliteit van een enkel object of een eigenschap daarvan, maar kan ook gevolgen hebben voor de samenhang van het model. Daarmee is een onduidelijk effect op de kwaliteit ontstaan. Niet alleen attribuutwaarden moeten binnen de constraints gemuteerd worden, maar ook de spatiële en temporele relaties die met dat attribuut bestaan. Voordat mutaties uitgevoerd worden moet eerst een impactanalyse op het totaal worden gedaan. Dit vanwege het feit, dat op voorhand niet duidelijk is of een mutatie op een plaats tot valide doorwerking op andere plaatsen leidt.

Thema 5. Visualisatie van geo-informatie

Onderwerpen

- Cartografische aspecten
- Presentatie van kwaliteit (vage/fuzzy objecten)
- 3D-visualisatie, Virtual Reality (VR) en multimedia

- Van visualisatie naar perceptie
- Temporele visualisatie

Achtergrond

De vele gerelateerde onderwerpen binnen dit thema hebben een aspect gemeenschappelijk: het gebruik van de gegevens. Het goed overbrengen van de geo-informatie (om de gegevens dus goed te kunnen gebruiken) is een onderwerp van studie binnen de cartografie. Het onderzoek binnen dit thema richt zich zowel op de cartografische presentatie binnen een GIS als mogelijk ook op de cartografische aspecten van en eisen aan geo-informatie uitwisselingsstandaarden. Bijzondere aandacht krijgen onderwerpen als presenteren van de kwaliteit van de geo-informatie en het gebruik van geavanceerde weergavetechnieken als 3D visualisatie, Virtual Reality (VR) en multimedia (animatie).

Cartografische aspecten

Zowel bij het gebruik in GIS-programmatuur als bij standaarden voor de geo-informatie-uitwisseling richt de aandacht zich op de gegevensstructuur en inhoud, doorgaans niet op de presentatie. Bij een goede presentatie moet worden gedacht aan regels voor gebruik van de cartografische variabelen: kleur, symbolen, lijndikte, patronen, plaatsten van labels, etc.. Onderzoek naar uitbreiding van uitwisselingsstandaarden met ten minste default visualisatierichtlijnen voor de verschillende typen entiteiten binnen de NEN/CEN/ISO/OGC-standaarden is gewenst. Eventueel is dit schaalafhankelijk (relatie met thema 4). Ook is onderzoek gewenst naar interfaces van GIS-programmatuur, die de gebruiker ondersteunen bij het maken van cartografische presentaties door het toepassen van ingebouwde kennisregels.

Presentatie van kwaliteit (vage/fuzzy objecten)

In de huidige generatie GIS-programmatuur wordt nauwelijks aandacht geschonken aan het aspect van het visualiseren van de kwaliteit van de geo-informatie. Echter, de presentatie moet enig gevoel geven over de kwaliteit van de onderliggende geo-informatie, bijv. door kleurintensiteit, scherpte van de lijnen/grenzen, aantal punten waarmee vorm wordt beschreven, etc. Het omgaan met vage objecten, d.w.z. objecten waarvan het moeilijk is om exact de begrenzing aan te geven, moet ook in de visualisatie duidelijk gemaakt worden.

3D-visualisatie, Virtual Reality (VR) en multimedia

Geavanceerde presentatietechnieken kunnen door technologische ontwikkelingen gebruikt gaan worden en moeten in het gebruik worden onderzocht: VR-omgeving (3D-visualisatie), integratie met een multimediaomgeving, animaties zijn voorbeelden hiervan. Verder moet de interface ook de gebruikerstaak goed ondersteunen; op welk vlak deze taak ook ligt: analyse, data mining, bevraging, besluitvorming, etc.. Hierin is een duidelijke rol voor de kaart als interface weggelegd, natuurlijk aangevuld met andere gebruikersinterfacecomponenten. De geo-database en vraagstellingen aan deze database zullen vaak ten grondslag liggen aan de geavanceerde presentaties

Van visualisatie naar perceptie

Vele moderne en geavanceerde visualisatiemethoden en -technieken staan ons ter beschikking, o.a. door ontwikkelingen op het gebied van de wetenschappelijke visualisatie en de informatievevisualisatie. Momenteel is het gebruikelijk de geo-informatie via meerdere aan elkaar gekoppelde interactieve views te presenteren. Het informatiegehalte van een dergelijke benadering is zeer hoog. Onderzoek naar de geschiktheid van een dergelijke en andere nieuwe visualisatievormen is noodzakelijk omdat het uiteindelijk de bedoeling is dat deze visualisaties het inzicht in de gegevens verhogen. Met andere woorden hoe worden deze visualisatie ervaren en begrepen?

Temporele visualisatie

Momenteel zien we een enorme toename van op allerlei manieren ingewonnen en beschikbare gegevens. Niet alleen in bijvoorbeeld de remote sensing neemt zowel de ruimtelijke als temporele resolutie van de vele gegevens toe, ook via GPS en locatie gebaseerde diensten komt een schat aan bruikbare tijdseries beschikbaar, die bestudeerd kunnen worden om en beter begrip van allerlei processen – die zich in de tijd afspelen – te verkrijgen. Het inzicht in de processen kan mede verbeterd worden door een juiste visualisatie van deze gegevens, maar veelal wel in combinatie met computationele methoden en technieken. De interactieve animatie is waarschijnlijk het bekendste voorbeeld om dergelijke informatie in beeld te brengen, maar heeft zijn beperkingen. Interactie is bij het gebruik van animaties noodzaak. Juist in combinatie met andere visualisatietechnieken, o.a. bekend vanuit de wereld van de informatie visualisatie is

de interactieve kaart en meer bijzonder de animatie een krachtig instrument om het inzicht te vergroten. Specifieke methoden en technieken behoeven hier echter nader onderzoek.

Thema 6. Gebruik van geo-informatie

Onderwerpen

- Analyse interactief gebruik van geo-informatie
- Toepasbaarheid geo-informatie
- Geo-informatie communicatie
- Geo-medisch onderzoek

Achtergrond

Cartografie behelst niet alleen de visualisatie van geo-informatie (thema 5) maar ook het gebruik ervan. Visualisatie is niet wetenschappelijk zolang men het uit visualisatie resulterende model van de werkelijkheid niet terugkoppelt via het gebruik naar de werkelijkheid waarvan werd uitgegaan. Juist gebruik van de cartografische aspecten (grafische variabelen) die bij thema 5 worden genoemd leiden tot de juiste reacties van waarnemers op de visualisaties. Het gaat echter om meer dan het grafische beeld, ook de omstandigheden (kwaliteit van de gegevens, selectie van de gegevens, kwaliteit van de interface) bepalen mede het succes van de informatieanalyse en –overdracht.

Analyse interactief gebruik geo-informatie

Kaarten fungeren in toenemende mate als interface tussen de gebruiker en de achterliggende geo-informatie (landschapsmodel). Om een goede kaartinterface te kunnen ontwerpen heeft men kennis nodig van de gebruiker en van de handelingen die deze met en in de kaart uitvoert. Men moet daarvoor weten voor welke gebruiksdoelen (bijv. besluitvorming) de geo-informatie gebruikt wordt en welke kwaliteitseisen dat gebruik aan de geo-informatie stelt. Het doel is enerzijds het bouwen van een theoretisch kader voor een methodologie die interactief kaartgebruik in de praktijk ondersteunt (door adequate op de taken afgestemde vormgeving van de geo-informatie) en anderzijds adequate presentatie van de vereiste metadata. De 'thinking-aloud-methode' is op het ogenblik het meest veelbelovend voor het verkrijgen van nieuwe inzichten.

Toepasbaarheid geo-informatie

De meest gebruikte maat voor toepasbaarheid is 'fitness for use'. Hierin kunnen zowel het door de gebruikers ervaren gebruiksgemak als de nuttigheid van de gevisualiseerde geo-informatie tot uitdrukking komen. Om hierbij verder te komen worden soorten kaartgebruik ten behoeve van besluitvorming, verschillende soorten visualisaties en meer of minder vastomlijnde kaartgebruikstaken onderscheiden, evenals verschillende niveaus van gebruik van de gegevens.

Geo-informatie communicatie

De grafische presentatie in de vorm van een kaart was tot voor kort verreweg de meest voorkomende manier om geografische informatie voor de gebruiker te ontsluiten. Daarnaast bestonden ook wel andere vormen zoals aardrijkskundige woordenboeken en afstandstabellen, maar deze vormden een duidelijke minderheid. Nu heeft Jacques Bertin, één van de grondleggers van de grafische semiologie, al aangegeven dat er een veel voorkomend type kaartgebruik bestaat, waarvoor het gebruik van de twee dimensies van het platte vlak in feite niet nodig is. Hij noemt dit gebruik het 'eerste leesniveau'. Het gaat om de beantwoording van enkelvoudige vragen als: "Hoeveel inwoners heeft Amsterdam?" en "Wat is de dichtstbijzijnde pizzeria?". Voor de uiteindelijke beantwoording daarvan is geen 2-dimensionale grafische presentatie nodig maar zou kunnen worden volstaan met 1-dimensionale symbolen als: "800.000" en "Al Capone in de Stationsstraat". De kaart dient hier slecht als gegevensbron. De laatste jaren zien we steeds vaker systemen verschijnen die de taken behorend bij dit eerste leesniveau van de gebruiker overnemen en de bijbehorende 1-dimensionele antwoorden produceren. Voorbeelden zijn navigatiesystemen en andere soorten Location Based Services. In plaats van een scherm met een kaartje te laten zien zegt het systeem "Sla bij volgende kruising links af", "U rijdt sneller dan toegestaan" of "Pizzeria over 100 meter aan de overzijde".

De verwachting is dat in de toekomst dit 'ingebed gebruik' steeds vaker voor zal komen. Informatiesystemen zullen zijn voorzien van ingebakken geo-functies die deze eerste leesniveau taken op zich nemen en de uitkomst daarvan aan de gebruiker medelen of rechtstreeks gebruiken voor een andere functie (voer-

tuig afremmen bijvoorbeeld). Grafische presentaties in de vorm van kaarten zullen dan steeds meer beperkt worden tot informatieoverdracht waarbij sprake is van het tweede en derde leesniveau (patronen en verbanden) en waarbij de twee dimensies van het platte vlak wél een onontbeerlijke semiotische rol zullen blijven vervullen.

Geo-medisch onderzoek

Het gaat hierbij in feite om toepassing op een specifiek vakgebied van interactief gebruik van geo-informatie en haar toepasbaarheid. Op dit maatschappelijk zeer relevante gebied worden genoemde technieken benut om inzicht te krijgen in factoren die de gezondheid beïnvloeden (dat kunnen zowel fysische factoren zijn, zoals kwaliteit van het drinkwater of luchtvervuiling, als sociaal-economische (inkomen, percentage boven de 65)). Naast deze statische correlatie zijn analyses van dynamische ontwikkelingen essentieel, zoals diffusie van epidemieën, waarbij simulaties en transportmodellen een rol spelen.

Thema 7. Geo-informatie infrastructuur en interoperabiliteit

Onderwerpen

- Geo-informatie infrastructuur concepten en trends
- Architectuur en standaarden
- Geo-informatie uit meerdere bronnen geïntegreerd gebruiken
- GII interface

Achtergrond

Onderzoek naar een geo-informatie infrastructuur (GII) omvat vele aspecten: definitie van de zogenaamde geo-'basisbestanden' (in Nederland o.a. de GBKN, Top10vector, etc), bekend maken van geo-bestanden (meta-data), uitwisselingsformaten (standaarden) en online interoperabiliteit. Het onderzoek onder dit thema richt zich op de verdere ontwikkeling van GII-concepten, de selectie, evaluatie en ontwikkeling van standaarden, de integratie van bestanden binnen de GII en de interface naar de buitenwereld.

Geo-informatie infrastructuur concepten en trends

De ontwikkeling van geo-informatie infrastructuren is wereldwijd de afgelopen jaren sterk gegroeid. Veel landen hebben GII-activiteiten. De aanpak van deze initiatieven is sterk pragmatisch. Een sterke 'learning by doing' aanpak. Om in de toekomst tot een meer structurele aanpak van GII-ontwikkeling te komen is conceptvorming en systematische analyse van de trends zeer belangrijk.

Architectuur en standaarden

Een goede (open)architectuur en het gebruik van standaarden is voor de ontwikkeling van de GII essentieel. In toenemende mate is dit een mondiaal speelveld geworden. Richtinggevend zijn hierbij de activiteiten van W3C, OpenGeospatial consortium en de ISO. Nederland dient deze ontwikkelingen actief te volgen, op onderdelen te participeren en in testbeds de bruikbaarheid van de internationale standaarden voor Nederland te evalueren. Heel specifiek speelt dit bijvoorbeeld bij metadata en features van attributen. Welke set van metadata voor features en eventueel attributen zijn voor de diverse doelgroepen in Nederland van belang, en op welke wijze dient dit geïmplementeerd te worden?

Geo-informatie uit meerdere bronnen geïntegreerd gebruiken

De geo-informatie moet op een uniforme wijze beschikbaar komen, zodat iedereen met een browser gegevens uit de geo-informatiebron kan opvragen, combineren en presenteren. Bij dit laatste spelen de cartografische aspecten natuurlijk een belangrijke rol. Eén van de complexe aspecten bij het geïntegreerd gebruiken van geo-informatie uit meerdere bronnen is de betekenis van de verschillende entiteiten uit deze bronnen (semantiek). Hiervoor moeten gemeenschappelijke begrippenkaders (ontologie) opgezet worden. Verder moet er onderzoek plaatsvinden naar systemen (mediators), die brongegevens vertalen naar het gemeenschappelijke begrippenkader (en weer terug).

Geo-informatie infrastructuur interface

Een goed ontwikkelde en op de behoefte van de gebruikers aansluitende interface voor de geo-informatie infrastructuur is zeer belangrijk voor het uiteindelijke gebruik hiervan. Op dit gebied wordt nog zeer weinig onderzoek verricht. Onderzoek naar gebruikswensen, nieuwe mogelijkheden van interface ontwikkeling, doelgroep segmentatie, kwaliteitsindicatoren, etc is noodzakelijk.

Thema 8. Mobiele objecten

Onderwerpen

- Locatie gebonden diensten
- Integratie plaatsbepaling, communicatie en GIS (inclusief portable devices)
- GeoDBMS voor mobiele objecten
- Plaatsaanduiding van mobiele objecten

Achtergrond

De objecten, die op een bepaald tijdstip een bepaalde vaste plek op het aardoppervlak hebben, kunnen vanuit een spatio-temporele benadering redelijk goed beschreven worden. Binnen deze min of meer discrete vastlegging komen echter tal van objecten voor, die zich continue door de ruimte verplaatsen. Alles wat van doen heeft met verkeer en vervoer is hiervan een voorbeeld, niet alleen het transportmiddel, maar ook de reiziger wiens locatie door GNSS en/of tracking van de mobiele telefoon kan worden bepaald. Uit al deze losse, onafhankelijk, bepaalde waarnemingen kunnen tal van geaggregeerde gegevens worden afgeleid. Daarnaast worden momenteel veel locatiegebonden diensten (location-based services) ontwikkeld en aangeboden, die ieder voor zich leunen op binnen het OGC/OpenLS gedefinieerde protocollen en standaarden op het gebied van (reverse) geocoding, routing en beeldschermcartografie.

Locatiegebonden diensten

Dit is een nieuw toepassingsdomein, anders dan de tot nu toe bekende ruimtelijke informatiesystemen (waarvan GIS een onderdeel is). Veelal wordt er met kleine deeldiensten gewerkt, die in een keten gekoppeld kunnen worden. Voorbeelden van deeldiensten voor mobiele toepassingen zijn: coördinaattransformatie (van WGS84 naar b.v. RD), opvragen van een topografisch kaartfragment, routeplannen van huidige locatie naar opgegeven adres, zoeken van 'points of interests' (winkel, restaurant, benzinepomp, bioscoop, etc) binnen bepaalde afstand van huidige locatie, methode voor authenticiteit (nodig voor sommige diensten), mogelijke betalingen voor diensten, etc.. Hoe al deze diensten bekend te maken, hoe deze (dynamisch) te koppelen, vraagt het nodige van de onderliggende gedistribueerde informatie infrastructuur. Er zal onderzoek moeten worden gedaan naar een goede opzet en de bijbehorende standaarden.

Integratie plaatsbepaling, communicatie en GIS (inclusief mobiele devices)

Voor locatiegebonden diensten moeten een aantal verschillende technologieën worden geïntegreerd: plaatsbepaling, draadloze communicatie, GIS/geoservices/GeoDBMS en mobiele devices. Toch zijn het van oorsprong afzonderlijk ontwikkelde technologieën, die onvoldoende op elkaar zijn afgestemd. Ook kunnen de verschillende technologieën elkaar mogelijk vervangen (of juist aanvullen). De beheerder van een GSM-netwerk weet grofweg ook de positie van een mobiele telefoon (nodig om juist zendmast aan te sturen bij telefoongesprekken). Deze grove positiebepaling kan voor sommige toepassingen al nuttig zijn. Veel nauwkeurigere posities kunnen noodzakelijk zijn voor andere toepassingen en kunnen dan verkregen worden via GNSS (bijv. GPS of Galileo). De tracklogs van de vrij nauwkeurige GNSS-positie van een voertuig welke zich over een nieuwe weg verplaatst, kan input zijn voor een GIS-toepassing (bijv. digitaliseren van een nieuwe weg). Ook de configuraties voor mobiele apparatuur (plaatsbepaling, GIS en communicatie) zullen onderzocht moeten worden om in de context van de gebruikerstaak optimaal te functioneren.

GeoDBMS voor mobiele objecten

De huidige GeoDBMS hebben geen expliciete opslag mogelijkheid voor mobiele objecten, welke gedurende een bepaalde tijdsperiode een bepaald ruimtelijk traject afleggen. Het relateren van deze objecten met de wél in het GeoDBMS beschikbare datatypen voor het beschrijven van de in tijd en ruimte vastliggende objecten is dan ook lastig. Het ontwikkelen van een generieke datastructuur voor de vastlegging en bevraging van bewegende objecten vanuit een GeoDBMS is van groot belang. Daarnaast moet dit GeoDBMS in staat zijn ruimtelijke relaties te leggen tussen bewegende objecten onderling en tussen bewegende objecten tot hun vastliggende omgeving. Bovendien zal op een eenvoudige wijze geaggregeerde informatie afgeleid moeten kunnen worden.

Plaatsaanduiding van mobiele objecten

We kijken hier naar plaatsaanduiding van mobiele objecten op basis van beschikbare geo-databestanden. Degene die zichzelf door de wereld verplaatst heeft als plaatsaanduiding iets veelzeggender nodig dan

een coördinaat. De ontwikkeling van goede – op de Nederlandse situatie toepasbare – geocoding en reverse geocoding algoritmen is daarvoor van groot belang. Met name de link tussen een bewegend object naar een postcodegebied en de definitie van postcodegebieden zelf moet verder worden uitgezocht. Naar de verschillende referentiesystemen waarin coördinaten kunnen worden weergegeven (x,y in RD, of lat, long in WGS84), moet hierbij worden gedacht aan omschrijvingen d.m.v. adres (postcode, huisnummer, maar ook plaats, straat, huisnummer), omschrijvingen t.o.v. infrastructuur referentiesystemen (bijv. km-bordje 82.4 op de A12 of 25,5 km na Duitse grens op de Rijn), en omschrijvingen m.b.v. bekende herkenningspunten ('landmarks': 45 meter na kerktoren). Onderzocht moet worden hoe deze plaatsaanduidingen gebruikt en (automatisch) geconverteerd kan worden.

Thema 9. Semantiek

Onderwerpen

- Constructie en gebruik van ontologieën
- Methoden en technieken; uitwisseling van repositories

Achtergrond

Semantiek is betekenisleer. Semantiek gaat over de onderlinge relaties tussen begrippen (*boom – kastanje*) en de representatie van deze begrippen door lexicale symbolen (*baum – arbre - δένδρον - tree*). Bij geografen en cartografen is er altijd ruim aandacht geweest voor dit aspect. Geografen zijn vaak bezig met het opstellen van taxonomieën (bijv. een bodemclassificatie). Cartografen houden zich bezig met de afbeelding van begrippen door grafische symbolen. De kaartlegenda is vanouds de plek bij uitstek waar teken en betekenis elkaar tegen komen.

Bij de opkomst van GIS, ging de aandacht aanvankelijk naar de functionele en technische aspecten van de dataverwerking. Toen er behoefte ontstond aan gebruik van gegevens uit andere bronnen werden er uitwisselingsformaten gedefinieerd. Deze beperken zich echter voornamelijk tot het specificeren van de *syntax* van een bestand (volgorde van datavelden), iets dat tot de *semiotiek* (tekenleer) wordt gerekend. De inhoudelijke specificaties gingen meestal niet verder dan enkele basisconcepten (bijv. coördinaten, datum). Nu het gebruik van elkaanders data steeds normaler gaat worden en de techniek geen belemmering meer vormt, met name door de invloed van Internet, ontstaat een nieuw probleem: hoe al die informatie te vinden en te combineren tot één geheel. Hernieuwde aandacht voor de semantische aspecten is daarbij gewenst. De activiteiten op het gebied van de semantiek zullen zich zowel dienen te richten op de ontwikkeling van domeinmodellen (ontologieën), het onderzoek naar methoden en technieken als naar de uitwisseling van repositories.

Constructie en gebruik van ontologieën

Op een groot aantal deel terreinen bestaat er concrete behoefte aan een verzameling gestandaardiseerde begrippen (entiteiten) vaak aangeduid met de term *gegevensmodel*, of met de verwante term *ontologie* waaronder ook zaken vallen als *classificaties* en *taxonomieën*.

Afbakening van spatio-temporele concepten

Punt, lijn en vlak lijken simpele concepten waar weinig meer aan te definiëren valt. Zodra deze begrippen worden geïmplementeerd in een systeem, dienen er echter relaties met andere concepten te worden vastgelegd en regels te worden opgesteld. Hierbij treden verschillen aan het licht. Dit geldt nog duidelijker voor meer complexe geometrietypen zoals B-splines, polyhedrons en voor temporele concepten. Er is op dat terrein al aardig wat werk gedaan (door ISO, OpenGis en anderen) maar definities zijn soms onduidelijk of tegenstrijdig en leiden vaak tot verschillende conflicterende implementaties in GeoDBMS, GIS en CAD-producten. Dus ook hier is en blijft onderzoek noodzakelijk.

Opstellen en harmoniseren van domeinmodellen

Bij een domeinmodel moet men denken aan een gegevensmodel voor een specifiek domein: topografie, bodem, kadaster, kabels en leidingen, cultuurhistorie, water, ruimtelijke ordening etc. Het gaat niet alleen over een hiërarchische classificatie van begrippen, maar ook over de onderlinge associaties tussen die begrippen, de cardinaliteit daarvan en andere constraints.

Het gaat in de meeste gevallen niet eens zozeer om het ontwikkelen van een nieuw model maar vaker om het expliciet maken van een reeds bestaand maar impliciet gedefinieerd model en misschien nog vaker

om het gelijk trekken van twee onafhankelijk van elkaar opgestelde maar overeenkomstige modellen. Ook is er afstemming nodig tussen onderling vergelijkbare modellen in verschillende landen.

Methoden en technieken; uitwisseling van repositories

Er bestaan een aantal methoden om informatie te analyseren en datamodellen te ontwerpen en een nog veel grotere reeks methodes om de eenmaal ontworpen modellen te beschrijven en te documenteren. Sommige van deze methodes komen uit de kraam van de (relationele) databaseontwerpers, sommige komen uit de universitaire en AI-wereld. Weer andere hebben hun oorsprong in het objectgeoriënteerde programmeren (OO). De meest recente komen uit de hoek van de internettoepassingen, het Semantic Web en W3C. Met een aantal van deze talen kunnen conceptuele schema's worden uitgewisseld. In databasetermen wordt de plek waar een conceptueel schema (en het daarop geënte Technisch Schema) wordt opgeslagen vaak de 'repository', die in feite technische metadata bevat. Voorbeelden van methoden waar het om gaat zijn: Object Role Modeling (ORM), Unified Modeling Language (UML), waaronder de Object Constraint Language (OCL), het Resource Description Framework (RDF), de Web Ontology Language (OWL) en Formal Concept Analysis (FCA). Onderzocht zal moeten wat deze methodes voor ons vakgebied kunnen betekenen en welke het best ingezet kunnen worden

Thema 10. Recht en organisatie

Onderwerpen

- Geo-economie
- Geo-recht
- Organisatie

Achtergrond

De afgelopen periode jaren heeft het accent van het geo-informatie onderzoek sterk op de technische en data aspecten gelegen. Nu de sector sterk groeit en geo-informatie in veel meer terreinen wordt toegepast gaan de economische, juridische en organisatorische ontwikkelingen een steeds belangrijker rol spelen bij de verdere ontwikkeling van het vakgebied. Vanuit het huidige onderzoek wordt aan deze aspecten nog maar beperkt aandacht geschonken. Meer onderzoeks aandacht voor deze onderwerpen is noodzakelijk.

Geo-economie

Door het sterk toegenomen gebruik van geo-informatie vindt er ook steeds meer 'handel' in geo-informatie plaats. Naar de achterliggende modellen voor prijsstelling van geo-informatieproducten, huidige praktijken en argumenten voor bepaalde keuzen dient onderzoek te worden verricht.

Geo-recht

Geo-informatie speelt met het Kadaster van oudsher een rol in de rechtszekerheid. We zien dat ook op andere terreinen geo-informatie een juridische status krijgt of het gebruik en de mogelijkheden worden beperkt vanuit juridisch oogpunt. Onderzoek dient zich te richten op de juridische aspecten van het gebruik of de onmogelijkheden van gebruik van geo-informatie. De situatie in Nederland dient vergeleken te worden met de situatie in andere landen.

Organisatie

Met de in belang toegenomen positie en rol van geo-informatie binnen en tussen organisaties is de organisatie van de geo-informatiehuishouding een belangrijker vraagstuk geworden. Dit domein wordt sterk door adviesbureaus afgedekt. Een meer fundamentele verkenning van de organisatorische aspecten van geo-informatie is noodzakelijk.