

## U VERLAAT NU HET GEDIGITALISEERDE GEBIED!

Over het gebruik van DLM's en DKM's in autonavigatie- en verkeersinformatiesystemen en over de beperkingen van het DLM/DKM paradigma.

Luc Heres  
Philips Car Systems  
Eindhoven

### Samenvatting

Aan de hand van een tweetal toepassingen uit de verkeers- en vervoersinformatica probeer ik de stelling te onderbouwen dat een Digitaal Kartografisch Model (DKM) in feite één van de elementen is uit een grote verzameling van Toepassings Specifieke Modellen (TSM's). Ieder individueel TSM heeft daarbij een speciale relatie tot het Universele Landschaps Model (ULM).

Dit Universele Landschaps Model is een fictief model. Tot nu toe is er nog niemand in geslaagd om werkelijk een algemeen geldend ULM te definiëren.

Wél zijn er succesvolle pogingen ondernomen om voor een bepaald deeldomein van toepassingen een Domein Specifiek Landschaps Model te ontwikkelen. Een voorbeeld daarvan is het GDF model dat in de vervoers- en verkeersinformatica wordt gebruikt en waaruit alle TSM's binnen dat domein worden afgeleid.

Waar gaat dit artikel over?.

Over autonavigatiesystemen en verkeers informatiesystemen. Iemand die regelmatig de krant inkijkt zal daar ongetwijfeld wel eens iets over gelezen

hebben. Beide systemen maken gebruik van van een speciaal soort geografische

bestanden. De aard van deze bestanden kan een nuttige bijdrage leveren aan de

DLM/DKM discussie.

Wat ik in dit artikel ga doen is het volgende: Eerst beschrijf ik in het kort

hoe navigatiesystemen werken. Daarna ga ik na welke bestanden deze systemen

gebruiken en hoe men deze bestanden kan karakteriseren. Ik doe daarna hetzelfde voor TMC-systemen. Vervolgens ga ik na hoe deze bestanden zich tot

elkaar verhouden en hoe zij alle uit een algemeen bronbestand kunnen worden

afgeleid.

Na deze exercities zal ik een aanzet geven tot een algemene classificatie-

theorie van de modellen die gebruikt worden in het gebied van de geografische

informatiesystemen.

Wat zijn de functies van een autonavigatiesysteem?

Een autonavigatiesysteem bestaat uit een aantal min of meer zelfstandige

functies: adressering, routeplanning, rijadvisering en kaartdisplay.

Adressering: de gebruiker heeft de mogelijkheid om aan te geven waar hij

naar toe wil; een bepaalde straat, een restaurant met een

bepaalde naam etc.

Routeplanning: het systeem berekent de optimale route naar de bestemming.

Rijadvies: het systeem leidt de bestuurder naar zijn bestemming met een

serie korte gesproken adviezen ("einde straat rechts")

ondersteund door pictogrammen.

Kaart: Bij stilstand krijgt de bestuurder de mogelijkheid om zijn

positie te zien tegen de achtergrond van een topografische

kaart.

Positie: Het systeem houdt voortdurend de positie van de auto bij.

Eén bestand of meerdere bestanden?

De mensen die aan navigatiesystemen werken hebben vaak de neiging om over "de

database" te praten alsof het één monolithisch geheel betreft. Een nadere

beschouwing leert echter dat er binnen zo'n database een aantal onderdelen te

onderscheiden zijn die een geringe onderlinge wisselwerking vertonen en daarom

bijna als zelfstandige bestanden kunnen worden beschouwd. Verder kan er een

onderscheid worden gemaakt tussen de min of meer permanente bestanden die

vastgelegd zijn op een medium als CD of chipkaart en de meer efemere bestanden

die voor een korte tijd in een werkgeheugen worden vastgehouden.

Laten we navigatiesystemen wat nader analyseren om te kunnen vaststellen om

welke bestanden het in feite gaat.

Het ingeven van een bestemming

Een bestemming wordt ingegeven door middel van een combinatie van een plaatsnaam, een straatnaam of de naam van een faciliteit (een restaurant

o.i.d.). Omdat namen vrijwel uitsluitend voor deze functie worden gebruikt en

slechts sporadisch voor andere functies, is de databasestructuur geoptimaliseerd voor de bestemmingsselectie. In de eerste plaats worden namen

gegroepeerd opgeslagen: plaatsnamen bij plaatsnamen, straatnamen bij straatnamen en faciliteitsnamen bij faciliteitsnamen. Verder zijn deze namen

alfabetisch gesorteerd om slechts zo weinig mogelijk letters in te hoeven geven: als blijkt dat de "Beethovenstraat" de enige straat is die met "beet" begint, dan is ingave van deze vier letters voldoende. De rest vult het systeem zelf aan. Namen worden ook vaak dubbel of nog vaker opgeslagen, om de gebruiker de gelegenheid te bieden om een straat als de "Laan van Meerdervoort" zowel onder de "L" als onder de "M" te vinden. Bijelkaar vormt dit voldoende reden om het "toponymen bestand" als een apart nagenoeg zelfstandig bestand binnen de totale database te beschouwen.

De snelste route  
Routeplanning is een proces waarbij veel gerekend moet worden. Om er voor te zorgen dat de rekentijd binnen acceptabele grenzen blijft, worden er een aantal, uit het hoofdbestand afgeleide deelbestanden gecreëerd. Sommige van deze bestanden zijn in permanente vorm aanwezig, anderen leiden een eufemeer bestaan en worden slechts voor korte tijd in het werkgeheugen opgeslagen. Voor korte afstanden (< 10 km) maakt het systeem gebruik van een bestand dat nog wel alle objecten (weg-elementen) bevat, maar waarvan de weergave is vereenvoudigd. Omdat voor routeplanning de vorm van een weg-element niet relevant is, worden alle tussenpunten niet meegeladen. In plaats daarvan wordt per weg-element een lengte factor geladen. Voor middellange en lange afstanden zou de rekentijd echter nog steeds te lang zijn. Daarom worden er op de CD, naast het volledig wegenbestand, uitgedunde bestanden opgeslagen. In deze bestanden is respectievelijk de laagste wegenklasse, de op één na laagste klasse etc. weggelaten. Bij het meest uitgedunde bestand blijven alleen nog de grote verbindingswegen over (autosnelwegen en de wegen die de gaten vullen). De grootte van deze bestanden wordt nog verder gereduceerd door weg-elementen die na uitdunning slechts een kop-staart verbinding met elkaar hebben, te vervangen door één geagregeerd element.

"Na de brug rechtsafaf de ventweg in"  
Een gesproken rijadvies bestaat uit een reeks zinnen. Iedere zin kan opgebouwd worden uit een kop, een romp en een achterdeel. Een romp is altijd aanwezig. Kop en achterdeel zijn niet altijd nodig.

Een kop is altijd een bepaling van plaats: vóór de brug, na het viaduct, aan het einde van de weg, op de rotonde, enz. Een romp is altijd een actie: (ga) recht door, (sla) links af, neem de 3e afslag etc.. Het achterdeel geeft de bedoeling aan: (om) de parkeerplaats op (te rijden), (om) de snelweg te verlaten, (om) de ventweg in (te rijden) etc.

Een kleine verzameling van deze deeladviezen ligt direct opgeslagen in het geheugen. Een algoritme, ingebed in een stukje software, zorgt ervoor dat er met deze bouwstenen een bijna onbeperkte hoeveelheid zinnen kunnen worden samengesteld. Dit algoritme kijkt daarbij naar metrische kenmerken als de afstand tussen twee knooppunten en de hoek tussen lijnstukken. Maar er wordt ook gekeken naar niet-metrische kenmerken die vastgelegd zijn in "attributen" zoals: rotonde, plein, afrit, ventweg, brug, tunnel, autosnelweg enz. Zodra alle advieszinnen berekend zijn worden ze op volgorde gezet en in een buffer-geheugen geplaatst zodat ze op afroep beschikbaar zijn. Daarnaast zijn er nog een aantal berichten die meer een informatief karakter dragen en die los van de route-adviezen gegeven worden. Eén van fraaiste is het bericht dat het BMW-navigatie systeem geeft, wanneer de automobilist zich buiten de CD-kaart waagt: "Sie verlassen jetzt das digitalisiertes Gebiet!"

bast een mannenstem. Ik ben nieuwsgierig hoe de gemiddelde automobilist zich voelt, na van de schrik bekomen te zijn ("toch wel spannend dat niet-gedigitaliseerde gebied en nog zo ongerept").

#### Pictogrammen

De pictogrammen waarmee de gesproken adviezen worden ondersteund bestaan voor het grootste gedeelte uit "gestyleerde kaartjes". Dit zijn gegeneraliseerde afbeeldingen van een bepaalde kruising, ingevuld met symbolen afkomstig uit een "symbolen-bibliotheek": zo wordt de geadviseerde route in een speciale kleur aangegeven en bestaan er symbolen voor wegen met een inrijverbod, bruggen en tunnels etc.

Een algoritme berekent de gestyleerde kaartjes tijdens het rijden uit het hoofdbestand en voegt er de symbolen aan toe. Zodra een serie pictogrammen berekend is, worden ze in volgorde van de geplande route gezet zodat ze op afroep beschikbaar zijn.

#### Overzichtskaarten

De middelschalige overzichtkaartjes die bij stilstand zichtbaar zijn, worden direct uit het hoofdbestand berekend. Daarbij worden een aantal attributwaardes (wegklasse, landgebruik) vertaald in grafische symbolen. Een algoritme berekent de plaatsing van tekst in het beeld (straatnamen bijv.) De kleinschalige overzichtskaartjes (bijv. de sterk gegeneraliseerde kaartjes die een heel land of landsdeel laten zien) worden niet direct berekend omdat dit teveel tijd zou kosten. Deze kaartjes worden "met de hand" gegeneraliseerd en in die vorm op de informatie-drager vastgelegd.

#### Positiebepaling

Het systeem bepaalt zijn positie met behulp van drie sensoren: een magnetisch kompas, afstandsmeters (wielsensoren) en een GPS ontvanger. De berekende positie bevat onnauwkeurigheden en onzekerheden. Deze kan worden verbeterd met behulp van een algoritme dat map matching wordt genoemd. Dit algoritme gaat uit van de veronderstelling dat de auto zich altijd op gebaande wegen bevindt. Voordurend worden de berekende positie vergeleken met de digitale kaart en wordt er gekeken of deze ergens op past. Bij een te groot verschil wordt de berekende positie gecorrigeerd. Dit vergelijken gaat aan de hand van de zogenaamde detailed map die daarom permanent ter beschikking van het systeem moet staan. Omdat het volledige bestand nooit in zijn geheel in het werkgeheugen past, wordt dit opgesplitst in een aantal deelkaartjes.

#### Spookrijders op de A2

Het zogeheten Traffic Message Channel (TMC) is één van de toepassingen van het Radio Data Systeem (RDS). RDS is een algemene techniek om informatie-bits op de zijband van een FM-zender mee te sturen. Wat Teletext is voor TV-zenders is RDS voor radiozenders. Het TMC concept is gebaseerd op de gedachten dat verreweg de meeste verkeersberichten zich in twee delen laat splitsen: een gebeurtenis (spookrijder, file van 3 km, aanrijding etc.) en een locatie (de A2, de A2 tussen afslag Breukelen en Vinkeveen, de Velsertunnel etc.) Zowel gebeurtenissen als locaties krijgen een unieke identificatiecode en het zijn deze codes die uitgezonden worden. De TMC-ontvanger kan met behulp van vertaaltabellen de codes weer omzetten in een voor mensen begrijpelijke bericht. Dat bericht kan in de vorm van gesproken zinnen zijn (een file op de

A2 etc.) maar er zijn ook systemen die de voorkeur geven aan een grafische presentatie . Zo laat het Zweedse Dynaguide systeem een kaartje van de omgeving zien waarop de files en wegwerkzaamheden met speciale kleuren en grafische symbolen is weergegeven.

A2, Hannover richting Dortmund, tussen Lauenau en Rehren, file 4km. De TMC-ontvangers die gesproken berichten reproduceren, doen dit met behulp van een aantal deelbestanden en algoritmen vastgelegd in een stukje software.

Er zijn drie belangrijke deelbestanden: het gebeurtenissen-bestand, het locatie-bestand en het zinskeletten-bestand.

• Het gebeurtenissen-bestand kan men zich voorstellen als een tabel met twee

kolommen. In de eerste kolom staat de gebeurtenissen-code, in de tweede een

stukje gedigitaliseerde spraak (als op een CD). Iemand heeft deze stukjes

tekst (een file van 3km, een spookrijder) ingesproken waarna ze zijn

vastgelegd.

• Het locatie-bestand bestaat uit meerdere kolommen. De hoofdsleutel is voor

alle locaties unieke locatie-nummer. Afhankelijk van het locatietype worden

hier feiten geregistreerd als:

- de eigenaam (bijv. A2)

- namen van plaatsen aan het begin en eind van een wegvak (bijv.

Hannover,  
Dortmund)

- "behoort tot" of "is onderdeel van" relaties

- "ligt naast" relaties

Namen worden geregistreerd in twee varianten: de geschreven variant en de

gesproken variant. De geschreven vorm wordt vastgelegd met de 26 letters van

het latijnse alfabet (aangevuld met de diakritische tekens). De gesproken

variant wordt vastgelegd met de tekens van het fonetisch alfabet.

Als een locatie een exonym heeft, dan wordt deze ook opgenomen.

Opmerkelijk

is dat in de gesproken vorm veel eerder sprake is van een exonym dan in de

geschreven vorm: Engelsen en Fransen schrijven beiden "Paris", maar spreken

het heel verschillend uit.

• De derde tabel bevat een aantal "zin-skeletten". Men kan zich deze voorstellen als zinnen waaruit de woorden voor een bepaalde gebeurtenis,

voor een bepaald locatie type en voor een bepaalde locatie weggelaten zijn

en vervangen zijn door puntjes bijv: "... , ..... richting ..... , tussen

..... en ..... , .... ..". Deze puntjes stellen variabelen voor. Door

voor deze variabelen bepaalde waarden in te vullen, bijv. "A2, Hannover, Dortmund, Lauenau, Rehren, file, 4km", kan men de zin reconstrueren als in de kop van deze paragraaf. Voor TMC zijn er momenteel 25 verschillende zins-skeletten gedefinieerd. Deze zijn een functie van het locatie-type en het gebeurtenis-type.

De rol van "moederbestanden"

Zowel autonavigatiesystemen als TMC-systemen maken gebruik van zeer gespecialiseerde bestanden. In beide gevallen worden deze bestanden afgeleid uit een "moederbestand" die ook door andere afnemers wordt gebruikt. Voor navigatiesystemen is dat een GDF-bestand. GDF is een afkorting van Geographic Data Files en is de Europese standaard voor de weergave van weginformatie voor verkeer en vervoer. Alle producenten van wegendatabanken gegevens werken volgens GDF specificaties en alle Europese fabrikanten van navigatiesystemen maken er gebruik van. Voor TMC-systemen is dat een zogeheten "Master Tabel". Deze tabel wordt zowel door de Verkeerscentrales gebruikt als door de fabrikanten van TMC-ontvangers die daaruit hun specifieke bestanden afleiden.

Welke bestanden zijn DLM en welke DKM ?.

Ik zou het GDF bestand waaruit alle andere navigatiebestanden worden afgeleid beslist willen klassificeren als een DLM, omdat het heel ver van een eventuele grafische voorstelling afstaat. Ook de Master Tabel die zowel door de verkeerscentrales wordt gebruikt als voor de chipkaartproductie, zou ik als een DLM willen typeren. Moeilijker ligt dit voor het hoofdbestand zoals dat op een navigatie-CD wordt vastgelegd. Is het een DLM?. Eigenlijk wel, want het is de basis van een groot aantal zeer specifieke bestanden die al rijdend worden berekend. Aan de andere kant is het ook een DKM want er kunnen razendsnel, real time, grafische voorstellingen mee worden geproduceerd. Hoe zit het met de "hogere orde netwerkbestanden" die door de routeplanner worden gebruikt. Het zijn geen DLM's want daar zijn ze te veel gericht op één bepaalde functie. Het zijn ook geen DKM's, want er kunnen geen grafische afbeeldingen uit worden afgeleid. We lopen vast. En dit komt omdat het DKM/DLM paradigma in dit geval te kort schiet en aangepast dient te worden.

Hoe moet het dan worden aangepast?

Ik zou het DLM/DKM paradigma willen vervangen door een uitgebreider schema dat ik het A<->SM paradigma zou willen noemen. Hierin staat "A" voor "Algemeen" "S" voor "Specifiek". Grondgedachte daarbij is dat modellen kunnen worden gerangschikt aan de hand van hun mate van gerichtheid op een bepaald eindproduct. Dit leidt uiteindelijk tot een pyramide van modellen. Aan de top van de pyramide staat het "Universeel Lanschaps Model" (ULM) dat ook een model van de 0e orde kan worden genoemd. Het idee daarbij is dat het ULM de "bron van alle modellen" is, het model waaruit alle andere modellen op één of andere manier kunnen worden afgeleid. Direct daaronder bevinden zich de Domein Specifieke Modellen (DSM), die we ook modellen van de 1e orde kunnen noemen. Een Domein Specifiek Model is niet meer universeel geldig maar bestrijkt nog altijd een breed domein aan toepassingen. Ieder DSM is op zijn beurt de bron van een aantal modellen van de 2e orde, die ook "Toepassings Specifieke Modellen" (TSM) genoemd zouden kunnen worden. Een TSM is alweer een graad specifiekere dan een DSM en op een bepaalde toepassing toegesneden. Helemaal onderaan staan de Functie Specifieke Modellen (3e orde): modellen die er op toegesneden zijn om een bepaalde functie zosnel en efficiënt mogelijk uit te voeren.

Is de GDF hetzelfde als het ULM?

Nee, om de eenvoudige reden omdat er nog geen ULM bestaat. Dat wil zeggen, tot nu toe is er niemand in geslaagd om een model te beschrijven dat werkelijk universeel genoemd kan worden. Het ULM bestaat slechts als idee, net zoals de Universele Gramatica waar de linguïsten onder aanvoering van Noam Chomsky naar zoeken, slechts als idee bestaat, maar tot nu door niemand werkelijk gevonden en beschreven is. Wat is de GDF dan wèl? Het is volgens mij een 1e orde TSM, d.w.z. het is een geografisch gegevensmodel dat zo algemeen mogelijk is gehouden en een breed veld van toepassingen bestrijkt. Het hoofdbestand zoals dat op een navigatie-CD staat, kan men als een 2e orde bestand beschouwen. Het wordt namelijk in één conversieslag uit een GDF-bestand afgeleid. Ook de uitgedunde netwerken zijn 2e orde bestanden, want zij worden tijdens dezelfde conversieslag berekend. Het bestand met rij-instructies en de pictogrammen zijn te beschouwen als 3e

orde bestanden, omdat zij tijdens de rit uit de 2e orde bestanden worden berekend.  
Het moederbestand dat voor TMC-toepassingen gebruikt wordt, de zogenoemde "Master Tabel" is van de 2e orde. Het is te veel gericht op één bepaalde toepassing om van de 1e orde genoemd te mogen worden. Er worden trouwens pogingen ondernomen om de GDF zo uit te breiden dat een Master Tabel er uit afgeleid kan worden, waarmee aangetoond is dat het werkelijk een 2e orde bestand is.

Is een DKM soms ook een Functie Specifiek Model ?  
Inderdaad. Een DKM is in feite niet anders dan een speciaal bestand waaruit nagenoeg onmiddellijk (zogenaamd real time) een grafische voorstelling kan worden gecreëerd. In het bovenstaande voorbeeld zijn er twee bestanden die als DKM kunnen worden aangemerkt. Dat is in het eerste plaats het pictogrammen bestand, dat met behulp van een generalisatie algoritme uit het hoofdbestand wordt afgeleid. In de tweede plaats is dat het hoofdbestand zelf omdat dit gebruikt wordt om er real time de overzichtskaartjes mee te genereren.

Wanneer spreekt men van één bestand, wanneer van twee gescheiden bestanden ?  
Een kritische lezer zou bij het laatste voorbeeld kunnen opmerken dat wat op het beeldscherm wordt getoond niet tot op de bit precies identiek is met wat er in het hoofdbestand staat: er dienen kleuren en andere symbolen uit look-up tabellen worden opgezocht, de positie van straatnamen moet worden berekend en last but not least moet dit resultaat gerasterd worden voordat de pixels op het beeldscherm kunnen worden aangestuurd. Kortom er vindt nog een vrij aanzienlijke nabewerking plaats voordat er iets op het scherm verschijnt. Is er dan geen reden om het bestand in deze ultieme vorm als een apart bestand te beschouwen?  
Ik vind van niet. De tijd die er voor deze bewerkingen nodig is, is zo kort dat de gebruiker het meestal niet in de gaten heeft dat er gerekend wordt en daardoor het bestand op de CD en het fysieke oplichten van het beeldscherm

gevoelsmatig als één en hetzelfde product zal ervaren. Maar ik geef toe, deze scheidslijn is vrij subjectief en er valt op deze manier niet haarscherp te classificeren. Maar het geeft ondertussen wel aan wat het hoofdcriterium dient te zijn bij de beoordeling of er sprake is van twee verschillende modellen of van één : de hoeveelheid moeite die het kost om de een uit de ander af te leiden. Deze moeite laat zich het beste meten in tijd: om vanuit een GDF een navigatie hoofdbestand te genereren is vele uren rekentijd op zware machines. Hierdoor is er alle reden voor om de GDF en het hoofdbestand als twee verschillende modellen te beschouwen. Er zijn ook situaties waar het ene bestand niet geheel automatisch uit het andere bestand kan worden afgeleid, omdat een aantal algoritmes niet bekend zijn. Denk bijvoorbeeld aan conceptuele generalisatie. Hierdoor wordt de gehele omzetting een tijrovende berzigheid en kan men daarom de bestanden als twee modellen beschouwen.

Geldt de indeling in TSM's voor altijd en eeuwig? Beslist niet. In feite ligt deze conclusie al in het voorgaande betoog besloten. Wat tien jaar geleden nog "veel rekentijd" kostte, kan nu door toegenomen kracht van de processoren zeer snel worden berekend. Een conversie waarvoor een tijdje geleden nog geen goed algoritme voor bestond, is nu een fluitje van een cent omdat er inmiddels een goed algoritme voor gevonden is. Daardoor zal wat nu nog als twee afzonderlijke bestanden wordt beschouwd, in de toekomst als één het zelfde bestand worden ervaren, Daardoor is de indeling in een aantal TSM's per definitie tijdgebonden en zal deze er over pakweg 10 jaar heel anders uit kunnen zien.

Wanneer zal het ULM klaar zijn ? Dat valt moeilijk te zeggen. Misschien wel nooit. Het blijkt telkens weer hoe moeilijk het is om alle geografische begrippen in één model samen te vatten die tegemoet komt aan ieders wensen en opvattingen. Ik heb het ULM hiervoor gekenmerkt als een fictie: iets dat eigenlijk alleen nog maar in fantasie bestaat. De aanname dat er als zoiets een ULM moet bestaan berust op het idee dat het ULM het equivalent zou zijn van het mentale model waarmee wij ons in

de wereld bewegen en dat, zo nemen we aan, één geïntegreerd model is. Wij nemen verder dat ieder mens hetzelfde model hanteert. Of dat zo is, is nog waar de vraag. De toekomst zal het leren.

Is er een voorbeeld van een Domein Specifiek Model?

Ja dat is er. De GDF, de voorgestelde Europese standaard voor de weergave van geografische informatie voor verkeer en vervoer, is zo'n voorbeeld. De GDF heeft een tweevoudige modulaire opzet:

- de definitie van de concepten is losgekoppeld van de representatie door middel van logische data structuren en van de fysieke representatie door middel van records.
- de definitie van objecten is losgekoppeld van de geometrische voorstelling van deze objecten. Op deze manier kan er uit een algemeen Domein Model meerdere Toepassings Specifieke Modellen worden afgeleid. In het ene sub-model kan het object "Gebouw" bijvoorbeeld worden weergegeven als een puntobject, in het tweede als een vlakobject en in het derde als samengesteld object. Omdat alle sub-modellen zich baseren op één en hetzelfde begrip "gebouw", zijn de attributen uit sub-model 1 eenvoudig door te sluisen naar die van sub-model 2 en blijft een zekere afbeeldbaarheid gewaarborgd.

Deze dubbele modulaire structuur is weerspiegeld in de opbouw van de standaard. Het eerste deel is een algemeen inleidend deel en definieert het basismodel. Deel 2, 3 en 4 zijn puur gewijd aan de definitie van begrippen, die voor dit doel onderverdeeld zijn in drie hoofdgroepen: features (objecten), attributen (eigenschappen) en relaties (betrekkingen). Het vijfde deel beschrijft hoe men voor een gegeven toepassingsgebied een bepaald feature geometrisch moet weergeven: punt, lijn, vlak of samengesteld. Deel 7 beschrijft de meta-informatie die samen met de geografische gegevens meegeleverd dient te worden. Deel 8, 9 en 10 teslotte zijn gewijd aan de afbeelding van dit alles op een 1-dimensionale gegevenstructuur. Deel 8 doet dat op een hoog logisch niveau. Deel 9 en deel 10 beschrijven de record typen die daar uiteindelijk voor gebruikt gaan worden.

Welke conclusies kunnen er getrokken worden?

- Het DLM/DKM paradigma is een prima middel om de beroepsgemeenschap er van bewust te maken dat de ene "digitale kaart" de andere niet is.

- Het DLM/DKM schema is echter te beperkt als basis voor een algemene taxonomie van geografische gegevensbestanden. Hiervoor is een uitgebreider schema nodig.
- Het door mij voorgestelde A<->S schema zou een mogelijke basis kunnen zijn voor zo'n taxonomie.
- Voor de typering van de bestanden die worden gebruikt in navigatie- en verkeersinformatiesystemen is het A<->S schema een nuttig middel gebleken.
- Om de algemene bruikbaarheid ervan te onderzoeken zou het ook in een aantal andere domeinen moeten worden uitgetest.

#### Epiloog

Ik heb dit opstel de titel "U verlaat nu het gedigitaliseerde gebied!" meegegeven. Ik heb hiervoor gekozen omdat deze uitpraak zo prachtig twee betekenisniveaus in één zin verenigt: een uitspraak over de "werkelijkheid" (nl. een gebied) en een uitspraak over de weergave van dat gebied (nl. digitaliseren). Het is deze samensmelting die zo'n inspirerende bijdrage kan leveren aan onze opvattingen over de geografische werkelijkheid en de symbolische voorstelling daarvan.