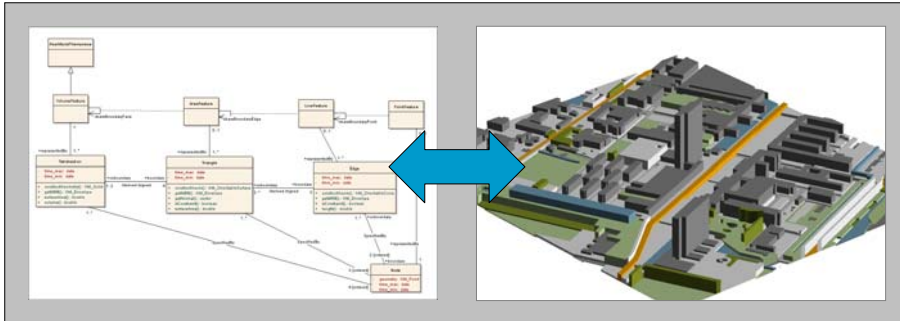


3D Topografie

Promotie-onderzoek naar een 3D datamodellering



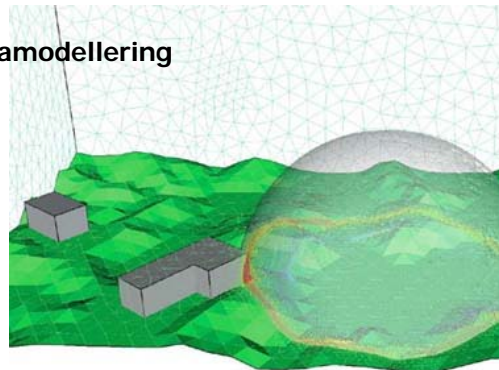
Studiedag 3D Topografie
03 April 2007

ir. Friso Penninga
sectie GIS Technologie
Onderzoeksinstituut OTB
Technische Universiteit Delft

Inhoud presentatie

Promotie-onderzoek 3D datamodellering

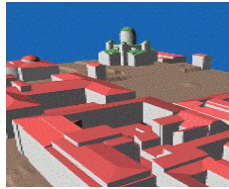
- Inleiding
- Voorgestelde methode
- Datastructuur
 - Uitgangspunten
 - Tetrahedrisatie
 - Poincaré algebra
 - UML datamodel
- Tijdsplan onderzoek
- Conclusie / samenvatting



Inleiding

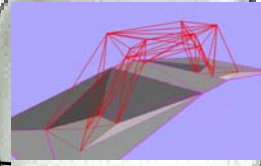
Relatie met onderzoek Sander

Inwinning en conversie

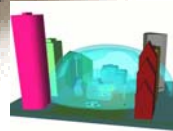
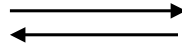


ITC

Data modellering



TU Delft



3D analyse

TU Delft

TU Delft

Inleiding:

De vraag naar de 3^e dimensie

De werkelijkheid bestaat uit 3D objecten

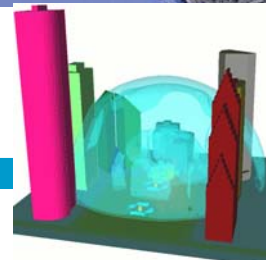
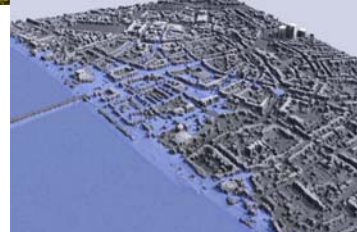
- Objecten worden steeds complexer: meervoudig ruimtegebruik

Groeiend bewustzijn van belang duurzame stedelijke ontwikkeling

- 3D planning / modellering vereist

Vraag naar betere data voor hulpdiensten bij rampenbestrijding

Vereist 3D Topografie: niet alleen visualisatie!

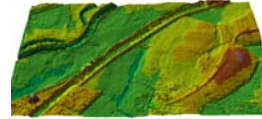


Inleiding: Doel van het onderzoek



Ontwikkel een 3D Topografie datamodel in een DBMS,

- gebruikmakend van een nieuw te ontwikkelen datastructuur
- en vul dat door huidige 2D topografische datasets
- te combineren met 3D data en hoogtedata



=

Datastructuur:

ontwerp / ontwikkel / implementeer een datastructuur die 3D analyses ondersteunt en data-integriteit bewaakt



Voorgestelde methode Volledige 3D benadering

Uitgangspunt: De werkelijkheid kan beschouwd worden als een volume partitie

(analoog aan planaire partitie: een set niet-overlappende volumes die een gesloten ruimte modelleren)

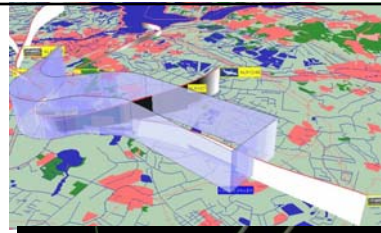
Gevolg: 'lucht' en 'aarde' (datgene dat de fysieke objecten verbind) worden ook expliciet gemodelleerd

Voorgestelde methode Volledige 3D benadering

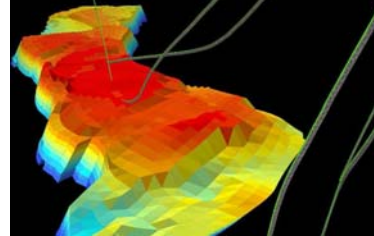
Volledige 3D benadering: inclusief modelleren 'lucht' en 'aarde'

Voordelen:

- Lucht is vaak onderwerp van analyse: modelleren stankoverlast, geluid, luchtvervuiling
- Model is uitbreidbaar: bijvoorbeeld luchtvaartroutes, geologische lagen of aardolie reservoirs, indoor topografie

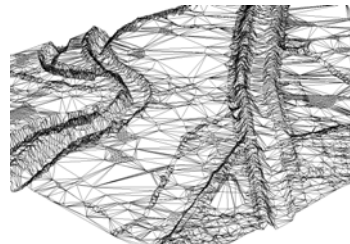


Ford & James, University of Newcastle, Agile 2005



Datastructuur: Uitgangspunten

- 3D analyses ondersteunen: werken met volumes
- Onregelmatige datastructuur: dichtheid data aanpasbaar aan hoeveelheid/complexiteit objecten
- Topologische relaties aanwezig: validatie mogelijk maken

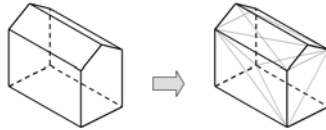


In dit onderzoek is gekozen voor een Tetrahedronized irregular Network (TEN) (3D 'grote broer' van een TIN)

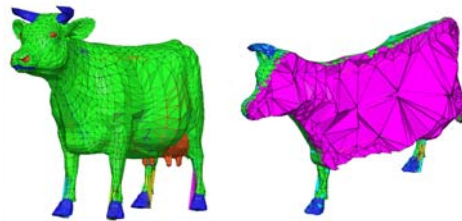
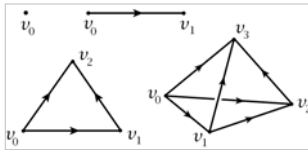
Datastructuur:

Tetrahedronized irregular Network (TEN)

In 3D veel verschillende (ook complexe) vormen → opdelen in tetraëders:



TEN is opgebouwd uit punten, lijnen, driehoeken en tetraëders:
zgn. simplex ('eenvoudigste vorm in elke dimensie')



Datastructuur:

Voordelen van een TEN-structuur

Voordelen simplex (TEN):

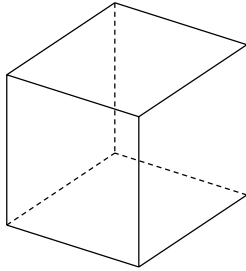
- Goed gedefinieerd: een kD -simplex wordt begrensd door $k+1$ $(k-1)D$ -simplices
een $2D$ -simplex (driehoek) wordt begrensd door 3 $1D$ -simplices (lijnen)
- Platte vlakken: elk vlak kan beschreven worden met drie punten
- Een kD -simplex is convex (vereenvoudigd point-in-polygon tests)

Door deze eigenschappen is een TEN-structuur zeer geschikt om mee te rekenen (uitvoeren 3D analyses!)

Datastructuur: Nadeel van een TEN-structuur

Nadeel simplexen (TEN):

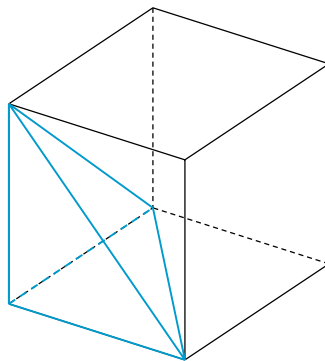
Toenemende complexiteit: een 1:n relatie tussen topografische objecten en hun representatie (set simplexen)



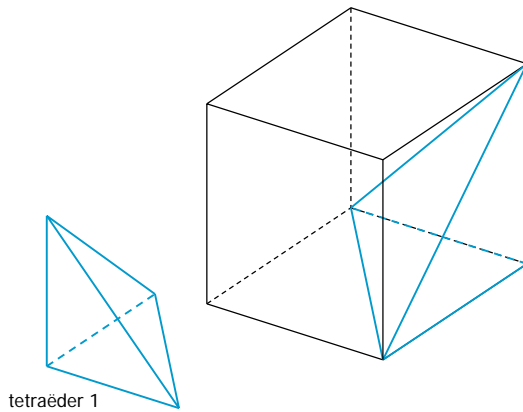
Vraag:

Hoeveel tetraëders zijn minimaal nodig om een kubus te beschrijven?

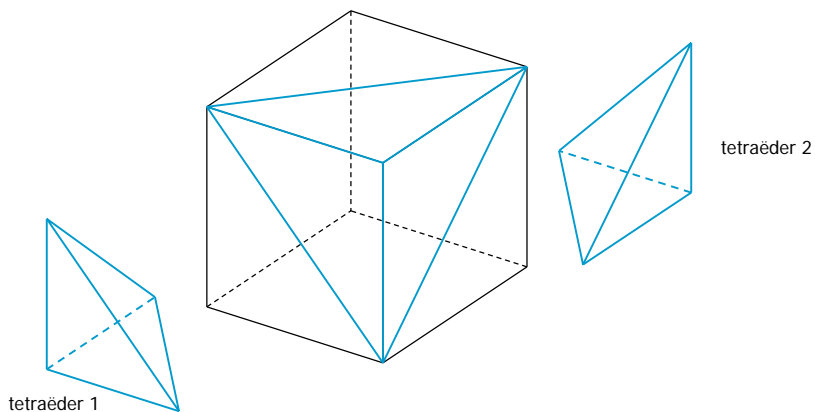
Tetrahedrisatie: tetraëder 1 linksonder



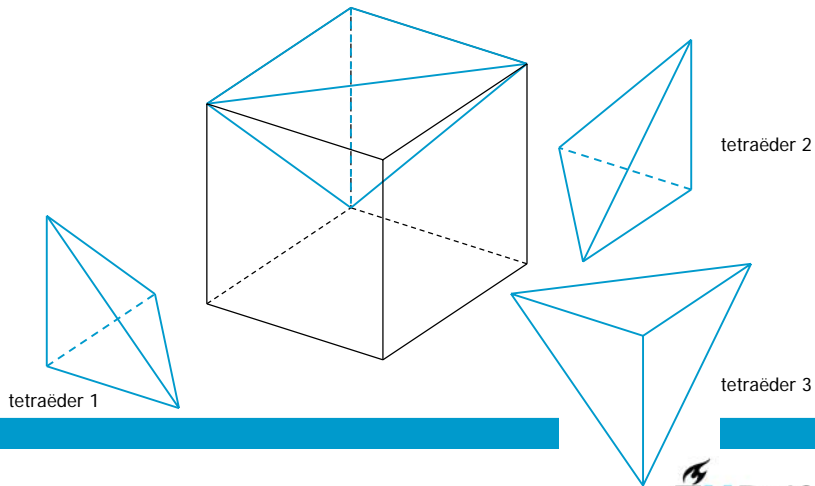
Tetrahedrisatie: tetraëder 2 rechtsonder



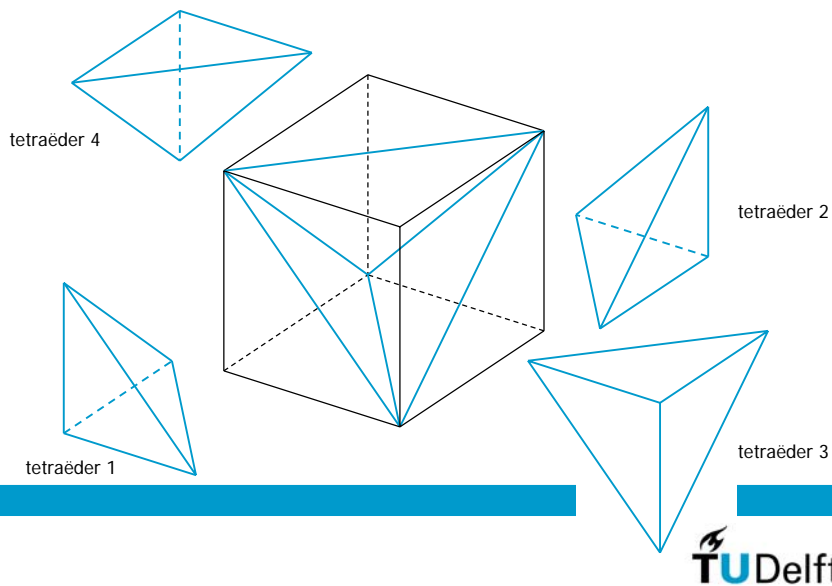
Tetrahedrisatie: tetraëder 3 boven-voor



Tetrahedrisatie: tetraëder 4 boven-achter

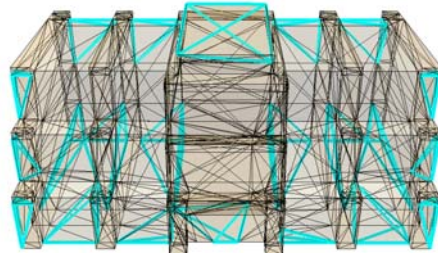


Tetrahedrisatie: tetraëder 5 middenin



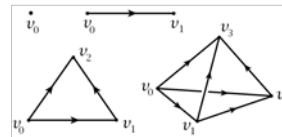
Datastructuur: Complexiteit TEN-structuur

Is het voor de gebruiker een nadeel dat een TEN-structuur complex is?



Je hoeft niet te begrijpen wat er onder de motorkap zit, als het maar werkt...

Datastructuur: Poincaré algebra



TEN structuur is complex, maar gelukkig is er Poincaré algebra:

- Een n -simplex S_n is gedefinieerd als de kleinste convexe set in Euclidische ruimte \mathbb{R}^m van $n+1$ punten v_0, \dots, v_n
- De boundary ∂ van een simplex S_n is gedefinieerd als de volgende som van $(n-1)$ dimensionale simplexes:

$$\partial S_n = \sum_{i=0}^n (-1)^i \langle v_0, \dots, \hat{v}_i, \dots, v_n \rangle$$

$$S_1 = \langle v_0, v_1 \rangle$$

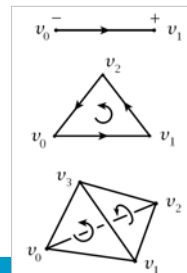
$$S_2 = \langle v_0, v_1, v_2 \rangle$$

$$S_3 = \langle v_0, v_1, v_2, v_3 \rangle$$

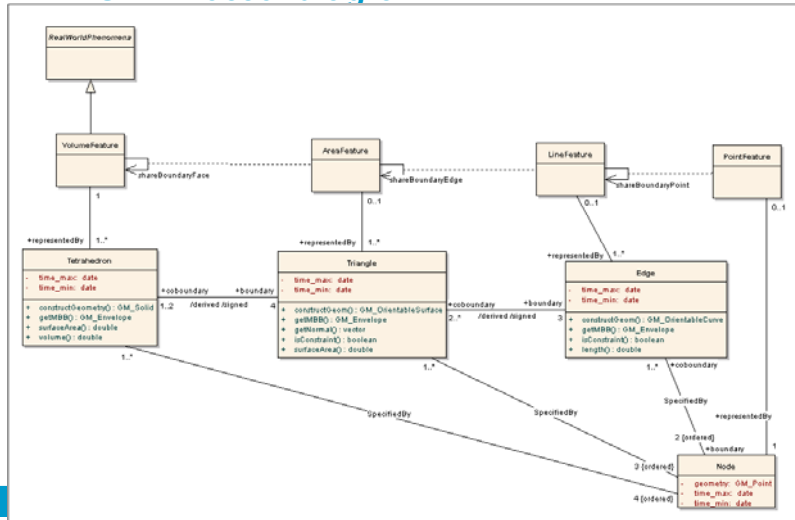
$$\partial S_1 = \langle v_1 \rangle - \langle v_0 \rangle$$

$$\partial S_2 = \langle v_1, v_2 \rangle - \langle v_0, v_2 \rangle + \langle v_0, v_1 \rangle$$

$$\partial S_3 = \langle v_1, v_2, v_3 \rangle - \langle v_0, v_2, v_3 \rangle + \langle v_0, v_1, v_3 \rangle - \langle v_0, v_1, v_2 \rangle$$



Datastructuur: UML klassendiagram



Promotie-onderzoek Tijdspad

Tot nu toe:

- Start 1 april 2004 ("Vliegende Start project")
- Literatuuronderzoek
- Ontwikkeling datamodel
 - Oorspronkelijk combinatie 2,5D met 3D
 - Later volledig 3D



Vanaf nu:

- Implementatie prototype in Oracle Spatial
- Testcases: o.a. binnenstad Den Bosch ?
- Proefschrift



Conclusie / samenvatting

Wens:

datastructuur die 3D analyses ondersteunt en data-integriteit bewaakt

Ontwikkeld:

TEN gebaseerd datamodel

- analyses → topologie, Poincaré algebra
- data-integriteit → volledige volume-aanpak, topologie

Straks uiteindelijk in standaard (ruimtelijke) database-omgeving!



Dank voor uw aandacht!