

APLIKOVANÁ GEOINFORMATIKA VIII

Digitální výškové modely



Aplikovaná geoinformatika

Laboratoř geoinformatiky a kartografie




DEM vs. DTM

DTM is a Deutsche Tourenwagen-Meisterschaft.

- Digitální výškový model (DEM) – digital elevation model
- Digitální model terénu (DTM) – digital terrain model
- Oba termíny se používají často jako synonymum, někdy ovšem pro odlišnou věc
- Pojetí záleží na autorovi, na literatuře, ze které čerpá
- Možná rozdílná chápání DEM / DTM:
 - pouze povrch bez /s objektů na něm (bez budov, stromů...)
 - XYZ / jiný jev zobrazený jako třetí souřadnice


Aplikovaná geoinformatika



Zdroje výškových dat

- Výsledek zpracování dat DPZ (fotogrammetrie – stereopáry, radary - interferometrie)
- Vrstevnice – zvektorizované z analogových map
- Terénní mapování – vstup z GPS


Aplikovaná geoinformatika



Struktura dat

- Rastr (grid)
- TIN – triangulated irregular network
- Vrstevnice
- Výškové body


Aplikovaná geoinformatika



Rastr

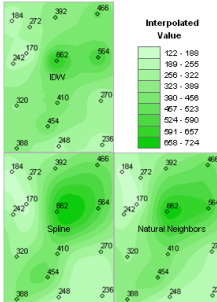
- Nejčastější způsob reprezentace
- Implicitní topologie
- Snadná implementace na PC
- Nároky na paměť
- Nároky na výpočty
- Vlastní kvalita dat – závislost na způsobu generování, interpolaci

Aplikovaná geoinformatika



Tvorba rastru


- Interpolace výšek bodů rastru z nepravidelně či pravidelně rozmístěného bodového pole
 - IDW
 - Spline
 - Kriging
- Interpolace + zahrnutí dalších parametrů pro tvorbu hydrologický korektního povrchu → např. metoda ANUDEM (Hutchinson, 1998) – implementováno do ArcGIS – nástroj Topo to Raster



Interpolated Value

122 - 189
189 - 255
255 - 322
322 - 389
389 - 455
455 - 522
522 - 589
589 - 657
657 - 724

Aplikovaná geoinformatika



Topo to raster

- „Topo to Raster is based on the ANUDEM program developed by Michael Hutchinson (1988, 1989).“
- Jako vstup mohou sloužit nejen výškové body, ale i vrstevnice, vodní toky, vodní plochy, „sinks“ – prohlubně, a hranice zájmového území
- Connected drainage structure
- Correct representation of ridges and streams from input contour data
- Podrobnosti metody viz Help ArcGIS (heslo Topo to Raster)

Aplikovaná geoinformatika



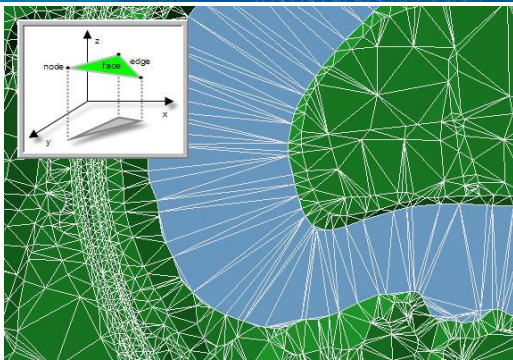
TIN – Triangulated Irregular Networks

- Založeny na trojúhelníkových elementech – facetách, s vrcholy odpovídajícími vstupním výškovým bodům
- Facety jsou plošky - roviny trojúhelníků (spojující 3 příslušné body)
- Výběr bodů, které tvoří trojúhelník se nejčastěji řeší podle Delaunayho triangulace
- Řada dalších parametrů při tvorbě TINu

Aplikovaná geoinformatika



TIN – Triangulated Irregular Networks



Aplikovaná geoinformatika



TIN – vstupní body

- Body, které leží na všech důležitých singularitách → místa, kde se mění výrazně průběh terénní plochy tzv. peaks, ridges, breaks in slope – vrcholy, hrany, změny sklonu
- Digitalizované vrstevnice nejsou nejvhodnějším zdrojem, ale lze je použít
- Nepravidelné rozmístění bodů

Aplikovaná geoinformatika



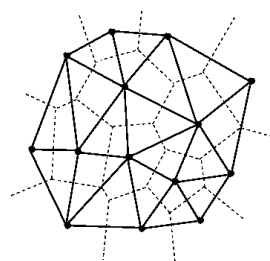
Delaunay triangulace

- Pro účely triangulace - trojúhelníky by měly být co nejvíc rovnostranné
- Pravidlo, že v kružnici opsané daného trojúhelníka nesmí ležet další bod (princip algoritmu)
- Jestliže spojíme středy opsaných kružnic (průsečíky os stran), dostaneme Voronoi diagram (Thiessenovy polygony)
- Thiessenovy polygony ohradí všechny body oblastí, ve které jsou všechny místa bližší k danému bodu než k jinému bodu z dané množiny bodů

Aplikovaná geoinformatika



Delaunay triangulace



<http://www.comp.lancs.ac.uk/~kristof/research/notes/voronoi/dt.gif>

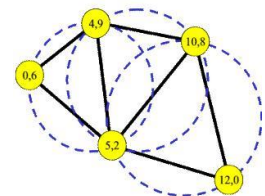
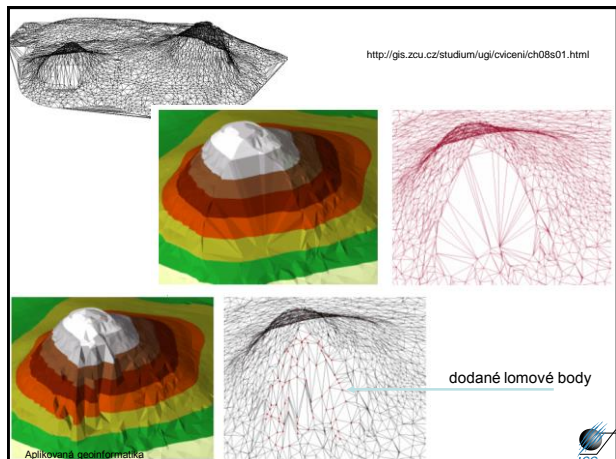


Figure 1.3. Delaunay triangulation.

<http://www.cs.virginia.edu/~mngroup/hypercast/designdoc/Chp1-Overview/chp1-pic3.jpg>

Aplikovaná geoinformatika





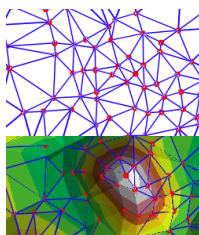
Tvorba TINu z GRIDu

- Další možný postup
- Speciální případ konverze bodů do TINu
- Metody:
 - Výběr bodu GRIDu, který se ponechá nebo zruší → jednotlivým bodům přiřazena důležitost, ponechány ty body, kde je největší rozdíl mezi sousedními body
 - Body se ruší skokově – nepočítá se důležitost, rozhodnout, kdy zastavit vybírání a rušení bodů.
 - Detekce specifických tvarů terénu GRIDu jako vrcholy, dolíky, sedlové body, hřbetnice a údolnice.

Aplikovaná geoinformatika

Tvorba TINu v ArcGIS

- Přeš 3D Analyst
- Create TIN →
 - from features (např 3D Contours)
 - Hard line, soft line, mass points
 - Hard breaklines represent a discontinuity in the slope of the surface. Streams and road cuts could be included in a TIN as hard breaklines. Hard breaklines capture abrupt changes in a surface and improve the display and analysis of TINs.
 - Soft breaklines allow you to add edges to a TIN to capture linear features that do not alter the local slope of a surface. Study area boundaries could be included in a TIN as soft breaklines to capture their position without affecting the shape of the surface.
 - Mass points jsou body, které mají být jednoznačné nody trojúhelníku



Aplikovaná geoinformatika

Tvorba TINu z GRIDu

- Tvorba TINu z gridu →
- TIN – struktura (Tuček 1998)

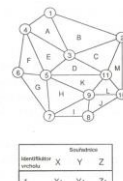


Obr. 6.24.

Datová struktura nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN).

[zpracováno podle Lauriného a Thompsona, 1992 a Aronoffa, 1989]

Identifikátor trojúhelníku	Sousední trojúhelníky
A	D E
B	A C
C	B D M
D	C E K
E	A D F
F	E G
G	F H
H	G I K
I	H J
J	I L
K	D H L
L	J K M
M	C L



Identifikátor trojúhelníku	Vrcholy
A	1 3 4
B	1 2 3
C	2 3 11
D	5 3 11
E	3 4 5
F	4 5 6
G	5 6 7
H	5 7 9
I	7 8 9
J	8 9 10
K	5 9 11
L	9 10 11
M	2 10 11

b) Seznam hran

c) Seznam vrcholů

Aplikovaná geoinformatika

TIN – pro a proti

- Menší objem uložených dat než u rastrů – hustota trojúhelníků může být různá podle členitosti terénu
- Umožňuje vypočítat výšku terénu pro jakýkoliv bod (nelimitováno mřížkou rastru)
- Lépe postihuje diskontinuity terénu
- Složitá struktura
- Velká závislost na vstupních bodech

Aplikovaná geoinformatika

Shrnutí

- Struktura výškových dat již není tak limitující jako dřív – existují metody, jak převést jednu na druhou, pouze nutnost minimalizace nechtěných artefaktů
- Výběr struktury závisí též na charakteru studovaného terénu
- Vždy platí, že nejvíce se musí dbát na kvalitu vstupních dat

Aplikovaná geoinformatika

Hodnocení kvality vytvořeného DEMu

- Existence falešných prohlubní
- Vizuální kontrola pomocí stínovaného reliéfu
- Odvození vrstevnic
- Kontrola pomocí existujících výškových bodů
- Nutná úvaha nad velikostí buňky výsledného DEMu (u rastru)

Aplikovaná geoinformatika



Primární topografické atributy, které lze odvodit z DEMu (Wilson, Gallant, 2000)

- Výška
- Aspekt (orientace ke světovým stranám)
- Sklon (v % či °)
- Upslope area, length, slope
- Dispersal area, length, slope
- Catchment area – (the area of land from which water runs into the stream = povodí)
- Curvature – konkávní vs. konvexní povrch

Aplikovaná geoinformatika



Topografické atributy, které lze odvodit z DEMu (Wilson, Gallant, 2000)

Skenované podklady:

- primární topografické atributy
- sekundární topografické atributy
- měřítka a aplikace DEM



TABLE 2.1 | Spatial Nature of Applications of Digital Elevation Models (DEMs) and Common Schemes of Topographic Data for Derivation of DEMs

Scale	Resolution	Common Topographic Data Sources	Hydrological and Ecological Applications
1:50,000	30-60 m	Contour and elevation data from vector photogrammetry with resulting topographic maps at scales from 1:50,000 to 1:250,000	Specific watershed topographic modeling; Spatial analysis of soil properties; Topographic data conversion to vectorized raster data
1:25,000	15-30 m	Surface specific point and contour line data obtained by ground control station (GCS) photogrammetry and digital elevation model (DEM) generation from aerial photography and resulting topographic maps at scales from 1:25,000 to 1:125,000	Water flow accumulation; Watershed delineation; Hydrological modeling and assessment of land use
1:12,500	7.5-15 m	Contour and elevation data from aerial photogrammetry and resulting topographic maps at scales from 1:12,500 to 1:62,500	Watershed delineation; Hydrological modeling and assessment of land use
1:6,250	3.75-7.5 m	Surface specific point and contour line data digitized from existing topographic maps at scales from 1:6,250 to 1:31,250	Elevation dependent representations of surface roughness and permeability; Topographic aspect effects on vegetation; Watershed delineation; Hydrological modeling and assessment of land use
1:3,125	1.875-3.75 m	Surface specific point data digitized from contour topographic maps at scales from 1:3,125 to 1:15,625	Elevation dependent representations of surface roughness and permeability; Topographic aspect effects on vegetation; Watershed delineation; Hydrological modeling and assessment of land use
1:1,562	0.9375-1.875 m	Surface specific point data digitized from contour topographic maps at scales from 1:1,562 to 1:7,812	Elevation dependent representations of surface roughness and permeability; Topographic aspect effects on vegetation; Watershed delineation; Hydrological modeling and assessment of land use

Aplikovaná geoinformatika



Další využití DEMu

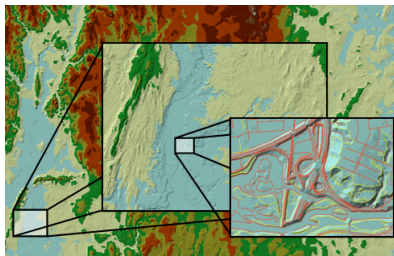
- Identifikace významných bodů a linií v terénu /hřebenu, údolnic – tzv. skeleton
- Rozpoznávání geomorfologických tvarů
- Modelování eroze
- Vstup do srážko-odtokových modelů
- Analýzy viditelnosti
- ...

Aplikovaná geoinformatika



Terrain dataset v ArcGIS

- Víceměřítkový digitální model
- Založený na TINu
- Ukládání do geodatabáze



Aplikovaná geoinformatika

