Nová generácia GIS na modelovanie dynamiky subsystémov krajiny

---

Helena Mitášová
Department of Geography,
University of Illinois at Urbana-Champaign
Champaign, Illinois, USA
e-mail: helena@gis.uiuc.edu

Zmenšujúce sa prírodné zdroje a na mnohých miestach kritický stav životného prostredia vytvárajú silný tlak na výskum a vývoj nových nástrojov na optimalizované riadenie krajiny. Takéto riadenie vyžaduje čo najlepšie poznanie súčasného stavu krajiny a chápanie procesov, ktoré v nej prebiehajú a určujú jej budúcnosť.

Pretože geografické informačné systémy (GIS) sú v súčasnosti štandardným nástrojom na uchovávanie a spracovanie informácií o krajine, je prirodzené, že sa stávajú tiež prostredim pre vývoj a implementáciu metód na modelovanie procesov v krajine. Úloha GIS sa pritom rozširuje od uchovávania údajov a analýzy 2D priestorových vzťahov na analýzu priestorovo-časových vzťahov, simulácie procesov a štúdium interakcie človeka s prírodným prostredím. Takéto použitie však vyžaduje významné rozšírenie údajových štruktúr a funkcií v GIS-e, ktoré umožnia prechod od dnes už tradičného, statického 2D GIS, na multidimenzionálny priestorovo-časový GIS.

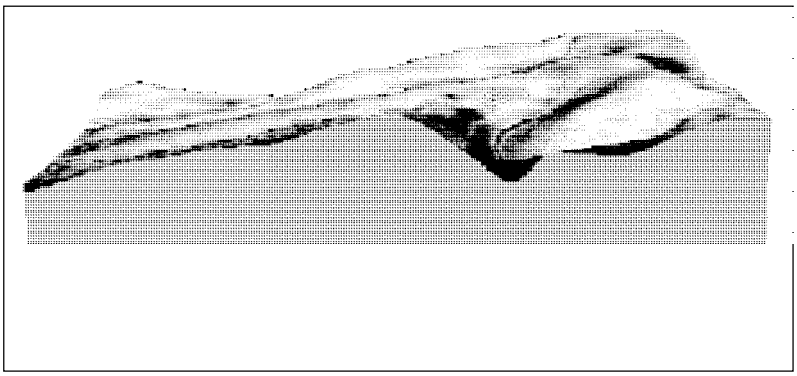
Tento vývoj sa odráža vo všetkých väčších GIS systémoch - napriklad v produkte ESRI - ARC/Info GRID (Nemec, Geoinfo 1/94 str. 6) alebo v produkte Intergraph - ERMA MGE (Drahovský a Huňák, Geoinfo 1/94, str. 14 - 15).

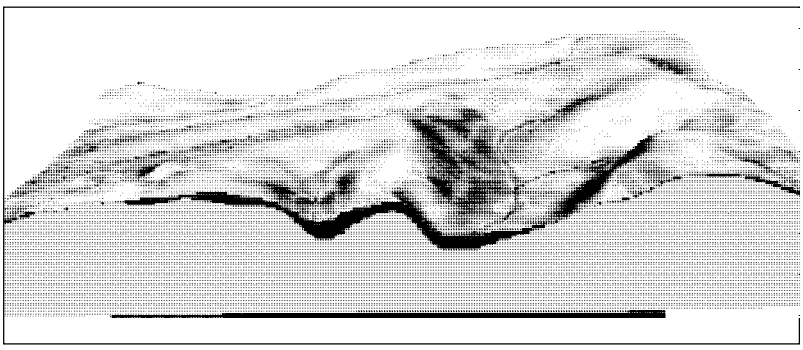
Priestorovo-časové modelovanie v GRASS-e

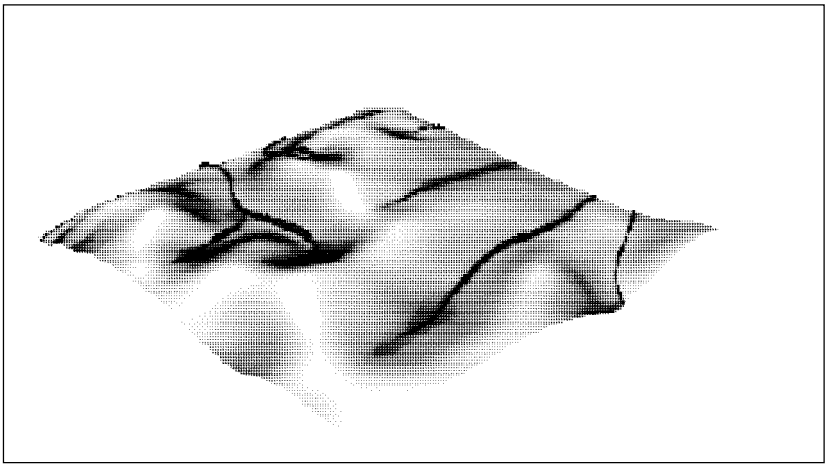
GRASS (Hofierka, Geoinfo 1/94, str.11) ako "public domain" systém ma prístupný zdrojový kód, a preto, popri jeho aplikácii ako bežného GIS, sa často používa i na vývoj nových prístupov a integráciu systémov/programov na modelovanie a simulácie.
Použitie GRASS-u takto postupom času značne prerástlo okruh problémov pre ktorý bol GRASS pôvodne určený a teda rozšírenie jeho základných funkcií je nevyhnutné. Preto sa v súčasnosti vytvárajú prototypy nových údajovýchvých štruktúr na podporu modelovania multidimenzionálnych polí, nástrojov na prácu s priestorovo-časovými údajmi a dynamickú vizualizáciu. Ako príklad vývoja nových metód v oblasti spracovania multidimenzionálnych údajov možno uviesť nové interpolačné funkcie založené na regularizovanom splajne s voliteľnou tenziou a vyhladzovaním (Mitášová et. al 1995). Tieto funkcie umožňujú transformovať reprezentáciu 2D, 3D a 4D spojitých polí v podobe nepravidelného diskrétneho bodového poľa (ktoré nie je veľmi vhodné na modelovanie alebo vizualizáciu, ale je najčastejším spôsobom "samplovania") na pravidelné diskrétne bodové pole v tvare 2D a 3D gridov alebo ich sérií. Okrem toho tieto funkcie umožňujú pre 2D polia

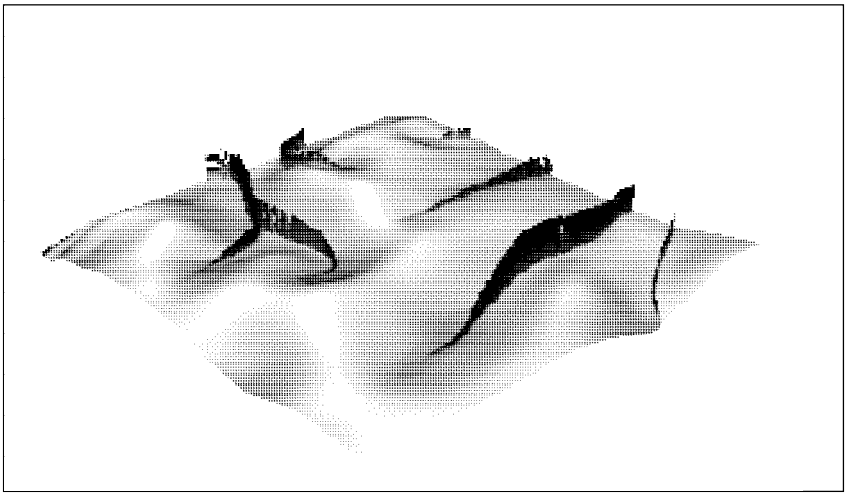
simultánny výpočet morfometrických parametrov (sklonov, orientácií a niekoľkých typov krivostí) a výstup parciálnych derivácií. Analýzu vektorových polí - predovšetkým toku vody a materiálu na povrchu terénu umožňujú programy zamerané na generovanie spádnic, chrbátnic, údolníc, povodí, výpočet dĺžky svahu a prispievajúcej plochy - základných parametrov pre viaceré hydrologické a erózne modely. Ďalším dôležitým nástrojom na analýzu a komunikáciu priestorovo-časovych údajov je vizualizácia, ktorá umožňuje kombinovať vektorové, bodové a gridové údaje v spoločnom 3D priestore, pričom sa simultánne zobrazujú série povrchov a objemy, takže je možné analyzovať horizontálne i vertikálne priestorové vzťahy. Zobrazovanie je vysoko interaktívne - výsledkom nie je obrázok alebo mapa, ale interakcia s údajmi graficky reprezentovanými na obrazovke. Pre takúto interakciu je dôležitá implementácia rýchlych algoritmov na zmenu polohy pozorovateľa, prevýšenia, osvetlenia a pod. Dôležitú úlohu zohráva animácia, jednak ako nástroj na prieskum veľkých a komplexných údajových súborov pomocou preletov ponad povrchy reprezentujúce údaje, sečných rovín (obr. 1), zobrazovania sekvencií izoplôch (obr. 2) a pod., pričom v tomto prípade sa nemenia údaje, ale mení sa poloha pozorovateľa, alebo sa zobrazujú postupne narastajúce alebo klesajúce podmnožiny údajov. Animácia je tiež významným nástrojom na prácu s časovými sériami, reprezentujúcimi výsledky simulácií, alebo spracované údaje z monitorovacích staníc. Na rýchle zobrazenie časových sérií sa používa jednoduchá 2D animácia gridov s možnosťou simultánnej animácie niekoľkých sérií reprezentujúcich súčasne prebiehajúce javy (napríklad pre hydrologické modely polia intenzity zrážok, hĺbky povrchovej vody, hĺbky infiltrácie a intenzity odparovania).

Lepšiu predstavu o kvalitatívnych a kvantitatívnych vlastnostiach polí a ich vzájomných priestorovo-časových vzťahoch umožňujú animácie v 3D priestore založené na kombinácii rastrových údajov ako zobrazených ako dynamické povrchy, farby, priehľadnosti a izopovrchy doplnené o bodové a vektorové údaje.









Aplikácie na World Wide Web

Príklady aplikácií GRASS-u, predovšetkým na modelovanie dynamiky fyzicko-geografických subsystémov krajiny, možno nájsť na World Wide Web (www), použijúc Mosaic, Netscape alebo iný prehliadač (browser) v dokumente http://www.cecer.army.mil/grass/viz/VIZ.html.
Prvé 3 priklady (http://www.cecer.army.mil/grass/viz/interp.html, http://www.cecer.army.mil/grass/viz/ches.html, http://www.cecer.army.mil/grass/viz/vol1.html) reprezentujú ilustráciu vlastnosti 2D, 3D a 4D regularizovaného splajnu a jeho aplikácií na modelovanie priestorového a priestorovo-časového rozloženia, zrážok, teplôt a koncentrácie chemických látok ako dynamických povrchov a izopovrchov.
Topografickú analýzu, hydrologické simulácie, modelovanie erózie a zobrazovanie pôdnych horizontov ako sérií povrchov s použitím sečných rovín možno nájsť v dokumentoch http://www.cecer.army.mil/grass/viz/erosion.html, http://www.cecer.army.mil/grass/viz/germany.html, http://www.cecer.army.mil/grass/viz/gage.html.

Animáciu ako nástroj na skúmanie veľkých údajových súborov ilustruje prelet cez rozsiahly digitálny model terénu (http://www.cecer.army.mil/grass/viz/flyby.html), rotácia glóbu s digitálnym modelom terénu a vegetačným indexom, a analogická rotácia Marsu s digitálnym modelom terénu (http://www.cecer.army.mil/grass/viz/DOPLN).

Všetky dokumenty majú linky k manuálom a tutoriálom pre relevantné programy, k postscriptovým verziám vedeckých publikácií detailne vysvetľujúcim použité metódy, linky k http dokumentom s podobnými aplikáciami z iných pracovísk a tiež linky na ftp servery, z ktorých možno "stiahnuť" jednotlivé programy i kompletný GRASS, jeho updaty a prispené programy.

Literatúra

Drahovský, S. a Huňák, J. (1994) ERMA - správa geologických dát.
Geoinfo 1, str 14-15.

Hofierka, J. (1995) Poznáte geografický informačný systém GRASS?
Geoinfo 1, str. 11.

Mitasova, H., Mitas, L., Brown, W.M., Gerdes, D.P.,
Kosinovsky, I., Baker, T., (1995) Modeling spatially and temporally
distributed phenomena: New methods and tools for GRASS GIS.
International journal of GIS V. 9, no 4, (special issue on
Integration of GIS and Environmental Modeling).

Nemec, P. (1994) Geografické informačné systémy firmy ESRI.
Geoinfo 1, str.6.