

Barbora PETRISKOVÁ

ANALÝZA GEOINFORMÁCIE NA PODKLADE GAUSSOVHO MATEMATICKÉHO MODELU

Petrisková B.: Analysis of Geoinformation on the Strength of Gaussian Mathematical Model. Kartografické listy, 2000, 10, 2 figs., 3 tabs., 6 refs.

Abstract: Necessity to convey geoinformation about element involved in air pollution, alternatively in windy erosion of soil in agricultural, to elaborate a theoretical mathematical model of transporting of fluent or others material and then cartographics translate the examined effect. Cartographic expression of redundand or dynamic aspect was respectable result of relative interaction between elements.

Keywords: Gaussian plume, erosion, visualisation, modelling of geoinformation.

Úvod

Kartografické modelovanie reality ako proces prenosu geoinformácie v smere mapa – používateľ rozšírilo svoj obzor práve vďaka rastúcemu vývinu informatiky, počítačovej techniky, hardvéru a softvéru. Hoci na počiatku to bolo len urýchlenie produkcie mapy formou počítačového výstupu vo forme analógovej mapy, krok k plnej automatizácii kartografie vytvoril podmienky na priestorovú interpretáciu, generalizáciu plnú počítačovú podporu procesov v rámci tejto vednej disciplíny. Otázky procesu tvorby mapy (zber, spracovanie, uschovávanie, obnova, analýza a kartografické zobrazovanie priestorových údajov) sú vykonávané prostriedkami, ktoré poskytujú geoinformačné systémy (GIS).

Kvalita vyjadrenia geoinformácie v prostredí GIS

V súčasnej dobe pri narastajúcej potrebe uschovávať a spracovávať priestorové informácie vzniká kontinuálne aj množstvo komerčných softvérov, ktoré poskytujú nástroje na správu a manipuláciu s týmito bázami dát. Geoinformačný systém je viac ako teoretický koncept, je to výkonný prostriedok na aplikácie, ktoré sú používateľsky potrebné a poskytujú priestor pre rozvoj novodobej kartografie. Čistejšie kartografické pozadie GIS je jedným z prvotných cieľov v budúcnosti. Je nevyhnutné aby bežný používateľ pocítil, že grafický dizajn počítačovej mapy je plnohodnotný s originálnym cieľom. Práve kvalitná a logická prezentácia geoinformácie v počítačovom prostredí podnecuje široký záujem spoločnosti o takéto produkty.

Ekológia ako jedna z prírodných vied tvorí širokú aplikačnú bázu pre modelovanie. Vyjadriť geoinformáciu o elementoch zahrnutých v znečistení vzduchu alebo veternej erózii pôdy z hľadiska poľnohospodárstva umožňuje rozpracovať teoretický matematický model transportu znečisťujúcej plynnej alebo inej látky a ďalej počítačovým modelovaním interpretovať skúmaný jav.

Vyžaduje sa, aby kartografické vyjadrenie statického, resp. dynamického aspektu bolo akceptovateľným výsledkom vzájomnej interakcie medzi elementmi. Táto väzba je veľmi potrebná, pretože modelovanie geoinformácie vyžaduje aj tematickú náplň ako podstaty rôznych GIS-ov.

Cieľ príspevku je predstaviť matematickú podstatu Gaussovho modelu, ktorý je pôvodne určený na modelovanie šírenia emisie, avšak predmetom výskumu v Austrálii a západnej Európe je jeho modifikácia na veternú eróziu pôdy. Z hľadiska modelovania je cieľom načrtnúť aj možnosti ako informačnú bázu ortofotomapy v prostredí GIS napojiť na vrstvy s tematickým obsahom skúmaného javu modelovaného metódami kartografickej interpretácie.

Modelovanie geoinformácií a tematické mapy

Súčasná kartografia má dve základné úlohy ktorými sú: reprezentácia geometrických aspektov zemského povrchu, jeho objektov na mapách rôznych mierok a reprezentácia tematického obsahu určitého javu [3] potrebného na plánovanie a tvorbu rozhodnutí. Geometrická a tematická zložka geodát opisujú časť reálneho sveta, z ktorého sú získavané metódami meraní a opisom konkrétneho javu. Rozlišujeme teda konkrétne priestorové javy generované observáciami alebo registráciou a konceptuálne modely (pozri tab.1).

Tab.1 Príklady popisovaných javov

		báza dát	
		meranie / registrácia (konkrétny úkaz)	konceptuálny model (abstraktný úkaz)
dátový model	geometria	údaje o geometrii (cestná sieť)	geometrický model (raster, izoplety a pod.)
	tematický obsah	tematické údaje (geológia, znečistenie)	matematický model (denzita, potenciály, simulácie)

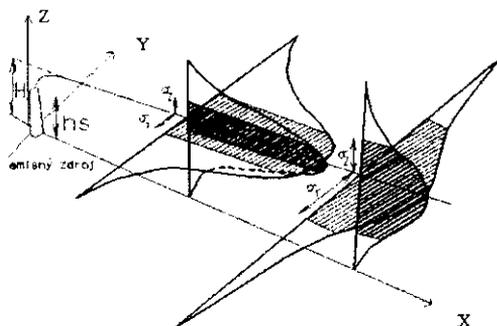
Na kartografické vyjadrenie reality v geoinformačnej technológii je potrebné poznať základné pravidlá mapového jazyka [4], jeho princípy a vyjadrovacie prístupy.

V rámci modelovania je jednou z dôležitých úloh kartografické vyjadrenie reality v počítačom prostredí, teda zobrazenie záujmových objektov a ich vzťahov. Pod vzťahmi sa rozumie predovšetkým poloha, rozšírenie, pohyb, funkcie, frekvencia výskytu, intenzita, kvalita, kvantita a iné. Na základe prevzatej topografickej osnovy sa na tematických mapách analytickou, syntetickou či komplexnou formou prezentujú predovšetkým objekty a javy, ktoré sa v prírode nedajú priamo lokalizovať pomocou geodetických metód. Kartografické výrazové prostriedky tematických máp nie sú často tak asociatívne, ako je to v prípade topografických a všeobecnogeografických máp. Ich čítanie a využívanie je preto zložitejšie a vyžaduje vyššiu odbornú úroveň používateľov [1].

Matematické deterministické modely. Gaussov model

Gaussov model [5], je najfrekvencovanejšie využívaným matematickým prostriedkom na výpočet atmosferickej difúzie. Tento model je medzinárodne uznaný EPA (Environmental Protection Agency) [6] ako základný model na výpočet koncentrácie šíriacej sa emisie vo vzduchu. V rámci výskumu sa v krajinách západnej Európy rozpracováva nová modifikácia modelu pre veternú eróziu pôdy v súvislosti s dopadom na poľnohospodárstvo. Model je potrebné bližšie opísať v trojrozmernom súradnicovom systéme (pozri obr. 1). Proces veternej erózie je zložitý ale ukazuje sa, že pri zjednodušenom modeli možno kvantifikovať transport častíc pôdy aj s použitím Gaussových vzťahov:

- začiatok súradnicového systému (SS) je na povrchu georeliéfu,
- zdroj (napr. komín) je situovaný na počiatku SS. V jeho modifikácii pre veternú eróziu pôdy sa odrazí georeliéf prostredníctvom digitálneho modelu georeliéfu (DMG),
- os x je rovnobežná s osou smeru vetra zo zdroja,
- os y je kolmá na os smeru vetra,
- os z je vertikálna.



Obr. 1 Súradnicový systém Gaussovho modelu

Základné princípy riešenia modelu:

- koncentrácie z emitujúceho zdroja sú úmerné rýchlosti šírenia emisie,
- koncentrácia emisie klesá ak rýchlosť vetra narastá
- Gaussov model je potom opísaný pomocou difúzných parametrov σ_y a σ_z .

Na výpočet koncentrácie je potrebné poznať rýchlosť šírenia častíc, rýchlosť vetra, difúzne parametre σ_y a σ_z , výšku zdroja, efektívnu výšku vlny hs a pozíciu receptora.

Výpočet koncentrácie emisiej látky (1) je možné následne integrovať do dynamického modelu s kartografickým znázornením fenoménu.

Do výpočtu podľa modelu Gaussovej vlny šírenia prachových častíc pôdy treba zahrnúť aj veľkosť častíc danej látky a všetky charakteristiky potrebné na výpočet koncentrácie vo vzduchu.

Výpočet koncentrácie C emisiej látky (podľa [5]) pre atmosferické podmienky vychádza zo vzťahov (1), (2) a (3):

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \left[\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \right] \left\{ \exp\left(\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(\frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \quad (1)$$

kde:

- C – koncentrácia chemickej látky (g/m^3),
- Q – intenzita chemickej emisie (g/s),
- u – rýchlosť vetra v smere osi x (m/s),
- σ_y – difúzny parameter v smere osi y (m),
- σ_z – difúzny parameter v smere osi z (m),
- H – výška zdroja emisie (m),
- z – vzdialenosť pozdĺž vertikálnej osi (m).

Efektívna výška zdroja emisie H sa rovná výške zdroja hs plus výška vlny t. j. rozdiel ΔH .

$$\Delta H = \frac{1,6 F_b^{\frac{1}{3}} x^{\frac{2}{3}}}{u} \quad (2)$$

Vztlakové prúdenie sa vypočíta podľa vzťahu:

$$F_b = g \frac{d^2 v}{4} \left(\frac{T_s - T_a}{T_s} \right), \quad (3)$$

kde:

- ΔH – výška vlny definovaná podľa Brigsa (m),
- x – vzdialenosť odnosu v smere osi x (m),
- F_b – vztlakové prúdenie (m^4/s^3),
- g – tiažové zrýchlenie (m/s^2),
- d – priemer zdroja (komína) (m),
- v – výstupná rýchlosť emisie (m/s),
- T_s – absolútna teplota emisného plynu (v Kelvinoch),
- T_a – absolútna teplota vzduchu (v Kelvinoch).

Gaussov disperzný model opisuje krátkodobé koncentrácie emisie z bodového, resp. plošného zdroja vzhľadom k vybranému receptoru, t. j. rovine, resp. členitému terénu. Tento model je vhodný na simuláciu pre intravilán aj extravilán. Na simuláciu v extraviláne a intraviláne sú tabelované hodnoty difúzných parametrov σ_y a σ_z najčastejšie podľa Briggsa, v prípade bodového zdroja a v prípade plošného zdroja je to modifikácia podľa Gifforda a Hanna, (in [2]). Na výpočet koncentrácie je potrebné poznať typ látky, počet zdrojov, stanoviť časovú periódu, charakteristiku vetra, podľa intravilánu alebo extravilánu stanoviť hodnoty difúzných parametrov σ_y a σ_z a realizovať postup riešenia. Takisto je potrebné opísať charakteristiku receptora a zohľadniť vstup meteorologických charakteristík.

Georeliéf, ako kontaktná plocha medzi príslušnými komponentmi krajiny, má dôležitú úlohu pri výskume rôznych procesov a javov prebiehajúcich v blízkosti tejto plochy. Prvou úlohou je predovšetkým poznať kvantitatívne geometrické vlastnosti georeliéfu, ktoré do značnej miery určujú charakter a intenzitu procesov. Ukazovatele vyjadrujúce tieto vlastnosti potom môžeme hodnotiť z ich rozdielneho vplyvu na javy a procesy v krajine. Modelovanie a analýza z pohľadu GIS-ov má v tomto smere veľký význam. Ekologické problémy a ich prejavy v krajine závisia od rôznych faktorov (vodných zrážok, vlastností pôdy, povrchu, geometrických vlastností georeliéfu, rastlinnej pokrývky a priestorovej – krajinnej štruktúry).

Záver

Geografické informačné systémy poskytujú možnosti nielen na analýzy priestorových dát, ale aj nástroje na ich vizualizáciu a tvorbu kartografických výstupov. Je veľa možností komunikácie a relácií medzi tvorcom geopriestorových informácií a používateľom, ale medzi najosvedčenejšie spôsoby patrí stále použitie tematických máp. Cieľ lepšie identifikovať a pochopiť časové a priestorové aspekty neustále podnecuje vývoj možností grafickej prezentácie geopriestorových údajov. Počas dlhého vývoja GIS-ov nebol kladený dostatočný dôraz na metódy vizualizácie a tvorbu kartografických výstupov, ale na analýzu dát, hľadanie vzťahov medzi nimi a modelovanie. V 90. rokoch dostupnosť výkonného hardvéru, softvéru a rozvoj počítačovej grafiky umožnili širokú expanziu v hľadaní nových prístupov metód vizualizácie dát, tvorby náročných grafických výstupov zodpovedajúcich požiadavkám modernej kartografie. Analógová mapa ako zdroj geoinformácie podlieha časovému faktoru, časom sa znižuje jej obsahová kvalita. GIS ako nástroj zberu, spracovania, integrácie, analýzy, generalizácie, aktualizácie a interpretácie poskytuje časovo dynamické modelovanie a hodnotenie aspektov v krajine. Modelovanie geoinformácií s použitím metód kartografickej interpretácie v prostredí GIS vytvára aplikačnú bázu pre ďalšie oblasti, ktorých sa tematický obsah modelu priamo alebo len čiastočne dotýka.

Literatúra

- [1] KOSTRA, D.: *Kartografické vyjadrenie reality v geoinformačných systémoch*. Diplomová práca KMPU SvF STU Bratislava 2001, s. 21-25.
- [2] KOUSSOULAKOU, A.: *Computer assisted cartography for monitoring spatio – temporal aspects of urban air pollution*. Delft University Press, 1990.
- [3] LONGLEY, P., BATTY M.: *Spatial Analysis: Modelling in GIS Environment*. Bell & Bain, Glasgow 1996, s.185-190.
- [4] PRAVDA, J.: *Mapový jazyk*. Univerzita Komenského v Bratislave 1997, s. 11-48.
- [5] <http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/SYSTEMS/plume/gaussian.html>
- [6] <http://www.shodor.org/master/environmental/air/plume/>

S u m m a r y

Analysis of Geoinformation on the Strength of Gaussian Mathematical Model

Geographic information systems present decision not only for analysis of three-dimensional data, but also the tools for their visualisation and creation of cartographics output. There are a lot of kinds of communication and relation interim creator of geo-spaced information and user and interim most useful style belong always special subject maps.

The aim of better identification and understanding time and three-dimensional aspects still urge the development of graphic presentation of geo-spaced information. Meanwhile a long development of GIS, there was not laying ample emphasis on methods of visualisation and creation cartographics output, but on data analysis, research, relation between them and modelling. Analogue map look like a source of geoinformation underlies up to the time aspect, so time reduce her contentual value. GIS looks like a tool of collection, processing, integration, analysing, generalization, update and interpretation witch provides up to date dynamic modelling and valuation aspect in landscape.

Modelling geoinformation through the medium system cartographics interpretation in environs GIS forms good application base for further areas, those tema contents model straight alternatively or only side join.

Lektoroval

Doc. RNDr. Jozef MINÁR, CSc.,

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava