

Dagmar KUSEDOVÁ, Martina SZABOVÁ

VZDIALENOSTNÉ A SIEŤOVÉ ANALÝZY - ANALYTICKÉ NÁSTROJE GIS

Kusendová Dagmar, Szabová Martina: Distance and Network Analysis - Analytical Tools for GIS. Kartografické listy, 1998, 6, 4 figs, 4 refs.

Abstract: Article represents some feasibility of spatial analysis of geographical networks and distance characteristics in GIS environment. It evaluates procedures of implementation of traditional geographical, theoretical and methodical processes in analytical tools of selected geoinformatic technologies with application in transport and settlement systems.

Keywords: Distance analysis, network analysis, cost surfaces.

Úvod

Cieľom príspevku je ukázať niektoré možnosti priestorových analýz geografických sietí a vzdialenostných charakteristík, ktoré sa dajú efektívne realizovať formou kartografického modelovania priestorových štruktúr a javov v prostredí GIS.

Príspevok sa obsahovo opiera o výsledky diplomovej práce M. SZABOVEJ (1998) vytvorenej na Katedre kartografie, GIS a DPZ Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave v školskom roku 1997/98 pod vedením D. Kusendovej. Zameriava sa najmä na posúdenie implementácie teoretických a metodických postupov v analytických nástrojoch vybraných geoinformačných technológií s aplikáciou v dopravných a sídelných systémoch.

Postavenie vzdialenostných a sieťových analýz v analytických nástrojoch GIS

Rozdelenie analytických funkcií GIS v geoinformačnej literatúre nie je jednotné. Situáciu zhoršuje rôznorodé usporiadanie príkazov a modulov jednotlivých softvérových produktov. Zoskupujú sa napr. podľa reprezentácie údajov (analýzy priestorových rastrových a vektorových údajov, analýzy nepriestorových atribútových údajov), alebo z funkčného hľadiska (meracie funkcie, mapová algebra atď.). J. TUČEK (1996, s. 112-116) uvádza niekoľko klasifikácií analytických funkcií GIS podľa rôznych autorov, do ktorých sa zaraďujú aj vzdialenostné a sieťové analýzy.

Tu treba zdôrazniť, že vzdialenostné analýzy sa v GIS zvyčajne označujú názvom *priestorové analýzy vzdialenostných mier údajov rastrového formátu*. Pod pojmom analýzy sietí sa potom chápu analýzy prepojených líniových vektorových objektov, ktoré vytvárajú graf v zmysle teórie grafov. Pohyb v tomto type sietí je obmedzený len na líniové prvky siete a neumožňuje modelovanie vplyvu okolia siete, ako je tomu napríklad pri vzdialenostných analýzach.

RNDr. Dagmar KUSEDOVÁ, CSc., Mgr. Martina SZABOVÁ, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava. E-mail: kusendova@fns.uniba.sk

Podľa väčšiny autorov sú sieťové a vzdialenostné analýzy súčasťou priestorových lokalizačných funkcií GIS, ktoré sú založené na analýzach spojení (connectivity), blízkosti (proximity), susednosti (neighbour) priestorových objektov a javov, t.j. na konektivitných, proximitných a filtračných operáciách spolu s vyhraničovaním vzdialenostných zón, tzv. buffering.

J. TUČEK (1996, s. 116) člení skupinu geografických analýz na štyri skupiny:

- nástroje na tvorbu otázok na databázu,
- mapovú algebru,
- vzdialenostné operátory (proximita, buffering, konektivitné funkcie),
- analýzy sietí.

Podľa nášho názoru dobre vystihuje členenie priestorových analýz v GIS aj podobné delenie J. KOLÁŘA (1997), ktorý delí integrovanú analýzu priestorových údajov na:

- výberové, klasifikačné a meracie funkcie,
- prekryty (overlay),
- susedské operácie - prehľadávanie oblastí, Thiessenove polygóny, topologické funkcie, interpolácie, generovanie izočiari,
- konektivitné funkcie - meranie kontiguitu (spojitosti), vzdialenostné analýzy, analýza sietí, funkcie šírenia, analýzy viditeľnosti, osvetľovanie povrchov, priestorové zobrazovanie.

Vzdialenostné analýzy

Chápanie pojmu vzdialenosti je v tomto type analýz ťažiskové. V zmysle práce TUČEK a PACOLA (1996) sa dá chápať v rozličných významoch, pričom jednoduché určenie vzdialenosti medzi dvoma bodmi, resp. bunkami rastra môže byť súčasťou zložitejších postupov. Euklidova priemetová vzdialenosť (priamočiara, vzdušná) a akumuluje vo všetkých smeroch pohybu od východiskového bodu (resp. viacerých objektov) - zdrojových polôh rovnako. Narastajúce hodnoty vzdialenosti vytvárajú tzv. vzdialenostný povrch. Povrchy Euklidových vzdialeností sa využívajú pri definovaní vzdialenostných zón (buffering), Thiessenových polygónov ap. Pri modelovaní pohybu cez skutočný terén potrebujeme poznať aj terénnu vzdialenosť počítanú s využitím modelu terénu. Analýzy nákladových (ocenených) vzdialeností umožňujú zohľadniť prekážky, odpor proti pohybu v rôznych smeroch, prípadne v rôznych oblastiach priestoru. Vzdialenosť sa počíta s využitím trecieho - frikčného povrchu. Je to rastrový súbor, v ktorom hodnota uložená v každej bunke vyjadruje úroveň ťažkosti alebo nákladovosti potrebnej na pohyb cez ňu.

Pri výpočte vzdialenostného nákladového povrchu na pohyb zo zdroja sa vzdialenosť pri pohybe cez každú bunku násobí frikčnou hodnotou uloženou pre túto bunku vo frikčnom povrchu. Hodnoty vo výslednom izotropnom povrchu vyjadrujú vzdialenosť každej bunky od zdroja v jednotkách "nákladov" v závislosti od hodnôt vo vstupnom frikčnom povrchu. Vzdialenosť smerom od zdroja narastá nerovnomerne. Tento typ analýzy je vhodný na modelovanie pohybu v krajine, pri ktorom sa zohľadňuje reálne využitie zeme. Povrchy nákladových vzdialeností sú využiteľné i na hľadanie trasy s najmenšími nákladmi - optimálnej trasy. Najkomplexnejší prístup k modelovaniu ocenených vzdialeností umožňuje zohľadnenie smeru pôsobenia odporov, nákladov na prekonanie danej bunky a smeru postupu cez ňu pri pohybe z východiskového objektu. Odpory ovplyvňujúce nákladové vzdialenosti, ktoré závisia na smere pohybu cez danú bunku, sa nazývajú anizotropné. U anizotropných frikčných povrchov rozoznávame okrem veľkosti (magnitude) aj smer (direction) pôsobenia odporu. Zmena veľkosti odporu vzhľadom na smer postupu cez bunku sa modeluje použitím funkcie definujúcej vzťahy medzi veľkosťou, smerom pôsobenia odporu a smerom postupu

cez bunku. Anizotropné modely sa používajú na hľadanie optimálnej trasy, modelovanie šírenia požiarov, simulovanie disperzných procesov ap.

Tvorba nákladových vzdialenostných povrchov od východiskových objektov sa označuje aj ako funkcia šírenia (spread). Následne možno aplikovať funkciu prúdenia (stream) na nájdenie optimálnej trasy z ľubovoľnej bunky rastra späť k východiskovému objektu, alebo riešiť alokáciu analyzovaného územia na základe nákladového vzdialenostného povrchu.

Analýzy sietí

Analýzy spojitosti siete sú založené na identifikácii prepojenia medzi jednotlivými prvkami siete v smere prúdenia, proti smeru prúdenia, alebo bez ohľadu na smer prúdenia prepravovaného média v sieti. Využívajú sa napr. v hydrológii pri určovaní všetkých prítokov od vybraného bodu vodného toku, pri identifikácii odberateľov elektrickej energie ovplyvnených prerušením rozvodnej siete atď. Analýza spojitosti je východiskom pri modelovaní zaťaženia sietí, pri ktorom sa sledujú prúdenia cez prepojenia siete, zvyšovanie alebo znižovanie objemu prepravovanej veličiny.

Ako príklad takéhoto typu analýzy možno uviesť analýzu transportu vody a splavenín vo vodných tokoch, analýzu zaťaženia dopravných trás na základe počtu vozidiel, kvality povrchu ciest ap. Hľadanie optimálnej trasy na pohyb v sieti od definovaného zdroja k cieľu umožňujú viaceré výpočtové algoritmy, z ktorých najviac sa využívajú rozličné modifikácie Dijkstrovho algoritmu. Optimálna (najmenej nákladná) trasa sa počíta na základe impedance (hodnota odporu, nákladov) hrán-línií a uzlov siete. Programové moduly umožňujú užívateľovi vlastné definovanie poradia navštívenia jednotlivých zastávok trasy alebo programový výpočet najefektívnejšieho poradia navštívenia zastávok (úloha obchodného cestujúceho). Nájdenie optimálnej trasy je dôležitou otázkou napríklad pre dodávateľské organizácie, záchranné vozidlá ap. Modelovanie distribúcie zásob v rámci priestorovej siete a stanovenie servisných zón riešia alokačné analýzy. Alokácia priestorovo spája ponuku v centrách - uzloch siete a dopyt priradený k líniám siete. Alokáčne analýzy našli uplatnenie pri plánovaní rozvodu elektrickej energie z elektrárne k užívateľom, rozmiestnenia študentov do škôl atď.

Sieťové štruktúry sa široko využívajú i v analýzach priestorovej interakcie, tvorbe rozličných typov gravitačných a potenciálových modelov. Priestorová interakcia a gravitačné modelovanie (ako techniky na vysvetlenie a predpoveď umiestnenia rozličných aktivít a pohybu ľudí, tovaru, informácií, výpočet a predpoveď intenzity vzájomných vplyvov medzi dvoma priestorovo oddelenými lokalitami) sa využívajú pri tvorbe nodálnych regiónov, určovaní dopytu služieb, lokalizácii obchodných stredísk, hľadaní dopravných obslužných centier, určovaní tokov medzi regiónmi ap. Referencie na niektoré aplikácie vzdialenostných a sieťových analýz v produktoch GIS u nás aj vo svete, ako aj na ťažiskové práce z problematiky geografických sieťových analýz, sú uvedené v spomenutej diplomovej práci.

Aplikácia vzdialenostných a sieťových analýz

V oblasti použitia metód vzdialenostných a sieťových analýz sme sa zamerali na analýzu dopravného a sídelného systému modelového územia (okres Trnava) s maximálnou rozlišovacou úrovňou 1: 50 000. Naším cieľom bolo (okrem zvládnutia metodických postupov vo vybraných produktoch GIS) aj porovnanie ich disponibility na dané typy analýz.

Pri tvorbe databázy, analýzach i vizualizácii výsledkov sme využili viacero komerčných programov na spracovanie priestorových i nepriestorových údajov: ARC/INFO ver. 6.1 pre

pracovné stanice, IDRISI for WINDOWS ver. 1.0, MapInfo Professional ver. 4.1, ver. 4.5, Surfer ver. 6.0, MS Excel ver. 7.0. Prístrojové vybavenie tvorili PC (pentium) a pracovná stanica IBM RS/6000. Údaje pozostávali z bodových objektov (definičné body obcí), líniových objektov (cestné spojenia), plošných objektov (územia obcí, okresu), identifikačných, popisných a hodnotových atribútov priestorových údajov.

Priestorové digitálne údaje sme získali z firmy GeolInfo Data, ktoré boli skontrolované a opravené na základe Cestných máp SR. Atribúty cestných údajov sme prevzali z Cestnej databanky SR, ktoré nám poskytol Útvar cestnej databanky Slovenskej správy ciest v Bratislave. Nepriestorové atribúty bodových objektov boli doplnené o populačné údaje zo Štatistického lexikónu obcí SR 1992.

Konkrétna aplikácia teoreticko-metodologických postupov zahrňovala klasické geografické analýzy: výpočet a znázornenie mysleného stredú obcí a regiónu okresu, hustoty ciest vyjadrenej dĺžkou ciest na plochu územia a počet obyvateľov, vzdušnej, topologickej a cestnej dostupnosti obcí a množinu ďalších kartografických modelov vzdialenostných a sieťových charakteristík - izochóry obcí a cestných spojení, Thiessenove polygóny pre obce okresu. Ďalej zahrňovala tiež: alokáciu zázemia k centráram dopytu na základe vypočítaného nákladového vzdialenostného povrchu, nájdenie optimálnej trasy na podklade nákladového vzdialenostného povrchu ako aplikácie funkcie šírenia a prúdeňa, modelovanie ponuky a dopytu po pracovnej sile z údajov rastrového formátu, výpočet optimálnej trasy medzi zastávkami v rámci sieťovej štruktúry, priestorové usporiadanie obcí, alokačnú analýzu v cestnej sieti, výpočet indukovaného populačného potenciálu a priestorovej interakcie obcí.

Z uvedeného množstva aplikácií sme ako ukážku vybrali riešenie úlohy nájdenia optimálnej trasy uskutočnenej v dvoch programových prostrediach GIS, a to v prostredí programu IDRISI na podklade rastrovej priestorovej štruktúry údajov a v prostredí modulu Network Analysis programu ARC/INFO na vektorovom podklade. Uvedená aplikácia v týchto dvoch prostrediach vyžaduje odlišné postupy, ktoré sú typické pre dané údajové priestorové štruktúry.

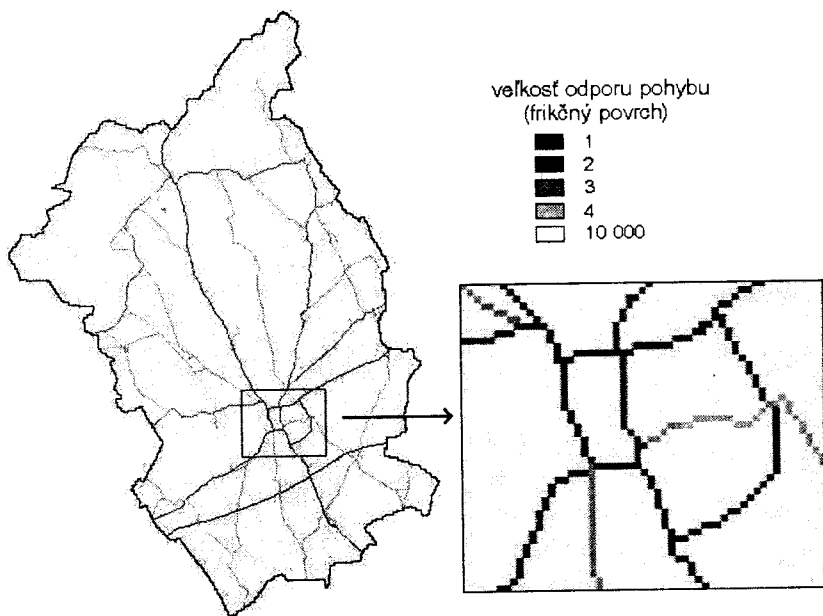
Riešenie úlohy nájdenia optimálnej trasy v programe IDRISI

Identifikácia optimálnej trasy sa uskutočňuje pomocou zistenia lokálneho smeru prúdeňa na základe gradientu hodnôt v okolitých bunkách nákladového vzdialenostného povrchu. Najskôr potrebujeme vytvoriť frikčný povrch (obr. 1) zohľadňujúci odpor terénu, resp. veľkosť nákladov potrebných na pohyb cez jednotlivé bunky rastrového obrazu.

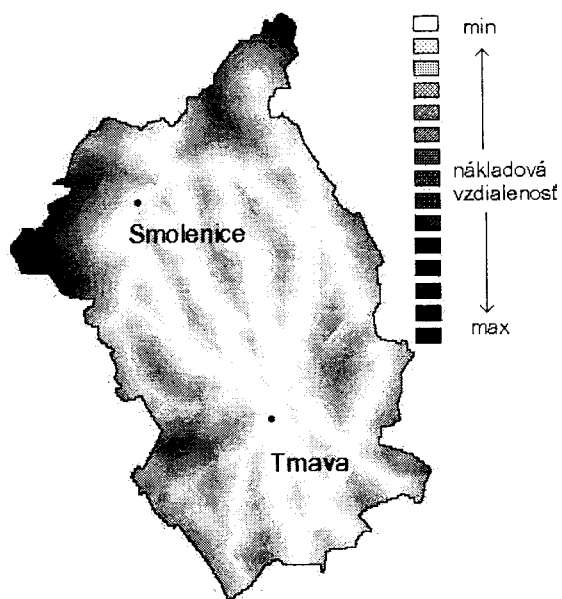
Od definovaných zdrojových, východiskových buniek počítame s využitím frikčného povrchu hodnoty nákladového vzdialenostného povrchu pre pohyb zo zdroja, ktorý tvorí najnižšie položené miesto výsledného plošného povrchu, pre všetky bunky rastrového obrazu (obr. 2).

Následne sa vypočíta najoptimálnejšia trasa od zadaných cieľových buniek k východiskovým bunkám povrchu ocenených, nákladových vzdialeností (obr. 3).

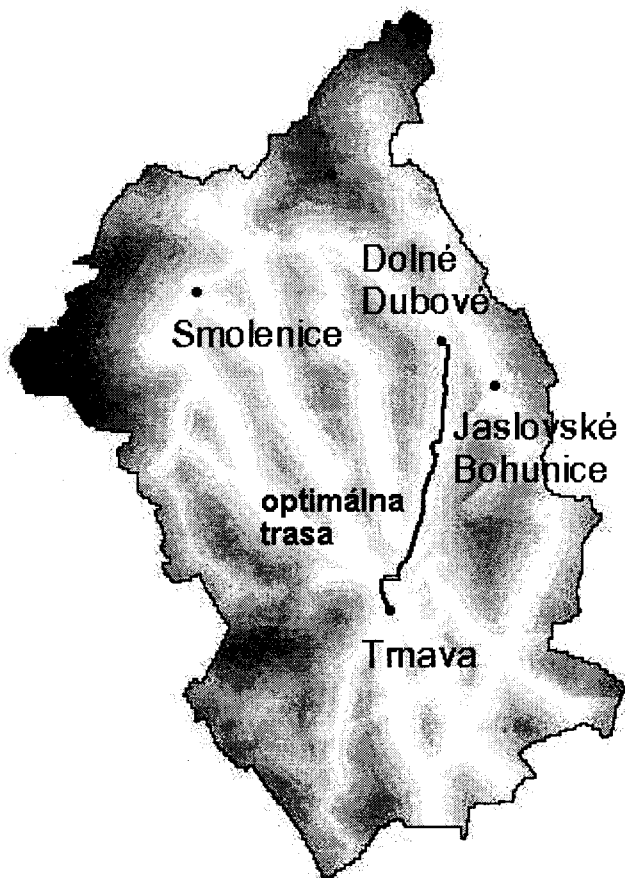
Ak definujeme viacero zdrojových a cieľových buniek, IDRISI ako výsledok určí tú trasu, ktorá poskytuje hodnotu najnižšej obtiažnosti pohybu zo všetkých možných trás.



Obr. 1 Frikčný povrch zohľadňujúci kategórie ciest
 1 - diaľnice, 2 - cesty 1. triedy, 3 - cesty 2. triedy, 4 - cesty 3. triedy, 10 000 - územie mimo ciest



Obr. 2 Nákladový vzdialenostný povrch od východiskových bodov - obcí Smolenice a Trnava

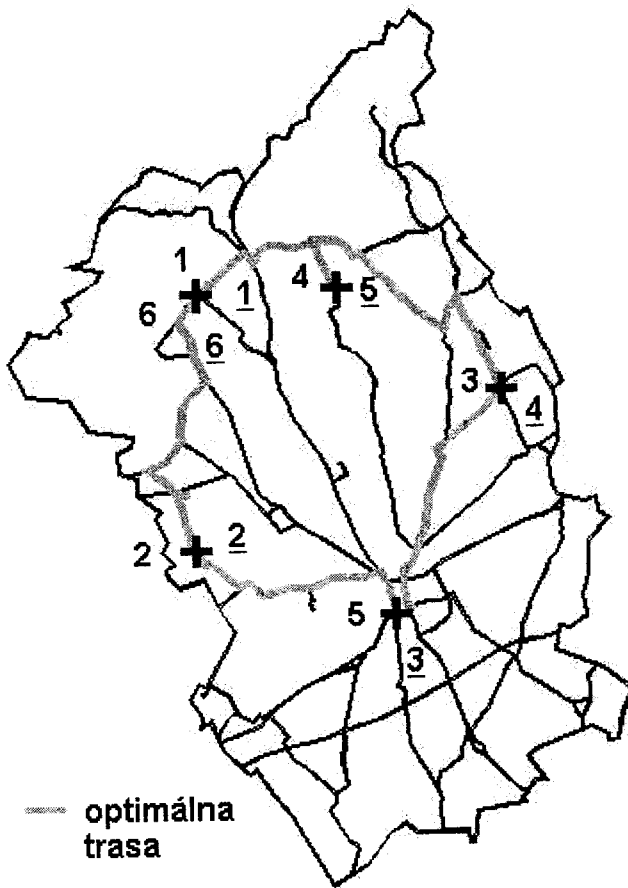


Obr. 3 Optimálna trasa od cieľových bodov - obcí Dolné Dubové a Jaslovské Bohunice k východiskovým bodom

Riešenie úlohy nájdenia optimálnej trasy v programe v ARC/INFO

Pri riešení úlohy nájdenia najkratšej, optimálnej trasy v sieťových štruktúrach potrebujeme vytvoriť a definovať súbor zastávok obsahujúci identifikáciu a poradie navštívenia zastávok, špecifikovať sieťovú vrstvu, v rámci ktorej budeme úlohu riešiť, definovať položky impedancie línií a odbočení (hodnota odporu pohybu, na základe ktorej sa počíta optimálna trasa - napr. dĺžka úsekov línií v km, čas potrebný na prekonanie daného úseku, alebo na odbočenie v uzloch siete ap.).

Po zadaní nevyhnutných parametrov môžeme spustiť príkaz na výpočet optimálnej trasy medzi jednotlivými zastávkami. Modul Network Analysis programu ARC/INFO obsahuje dva príkazy na nájdenie optimálnej trasy - PATH a TOUR. PATH počíta najefektívnejšiu trasu medzi zastávkami v poradí, ktoré vopred zadá užívateľ. Príkaz TOUR rieši úlohu obchodného cestujúceho a zároveň optimalizuje najvhodnejšie poradie navštívenia jednotlivých zastávok v danej sieti (obr. 4).



Obr. 4 Optimálna trasa medzi zastávkami vypočítaná príkazom TOUR v ARC/INFO.
 Programom optimalizované poradie zastávok: 1, ... 6 - vstupné poradie navštívenia zastávky,
1, ... 6 - optimalizované poradie navštívenia zastávky

K hodnoteniu výsledkov analýz

V diplomovej práci (SZABOVÁ 1998) sa poukazuje na viacero možností a metodických postupov, ktoré sú využiteľné pri vzdialenostných a sieťových analýzach určitého územia. Pri jej spracovaní sa získalo množstvo výsledkov v kartografickej i textovej podobe, ktoré môžu slúžiť ako zdroj informácií pre všetkých, ktorí potrebujú údaje podobného charakteru.

Odborná interpretácia výsledkov analýz by vyžadovala hlbšie štúdium a podrobnú znalosť vybraného územia, spoluprácu odborníkov z rozličných oblastí - geografie, demografie, ekonómie, dopravy ap. Našou snahou bolo skôr poukázať na metodické aspekty a možnosti jednotlivých programov GIS, ktoré svojimi nástrojmi zefektívňujú prácu a ponúkajú nové spôsoby analýzy a prezentácie výsledkov práce.

Hodnotenie analytických nástrojov použitých programov GIS

Ťažiskovými technológiami na analýzy boli programy IDRISI a ARC/INFO, ale pri kartografických výstupoch sa osvedčil aj užívateľsky veľmi prijateľný program MAPINFO s jednoduchým a intuitívnym ovládaním, s primárnou orientáciou na prácu s vektorovými údajmi. Avšak tento program nemá také analytické prostriedky, ako spomínané dva programy. Je veľmi dobre využiteľný pri spracovávaní nepriestorových údajov s prepojením na priestorové. Neumožnil nám však reštrukturalizáciu a manipuláciu priestorových údajov na dostatočnej úrovni, napr. pri tvorbe sekundárnych uzlov v už existujúcej sieti. Má dobré prostriedky na tvorbu vzdialenostných zón, ale neumožňuje analýzy siete, ako je napr. nájdenie najkratšej cesty alebo alokačné úlohy.

Hodnotenie silných a slabých stránok analytických nástrojov rozličných technologických prostredí je ovplyvnené tým, aké typy priestorových analýz potrebujeme vykonať, čo chceme urobiť so vstupnými údajmi, aké operácie chceme použiť.

Program IDRISI je orientovaný na prácu s rastrovými údajmi a z toho vyplýva i zameranie a možnosti jeho analytických modulov. Medzi veľké výhody rastrových a gridových údajových modelov patria jednoduché metódy realizácie rôznych typov priestorových analýz. IDRISI obsahuje nástroje na tvorbu vzdialenostných zón od objektov, frikčných a vzdialenostných nákladových povrchov, má moduly na alokačné analýzy, priestorové modelovanie ponuky a dopytu rôznych typov javov. Veľmi užitočnými sú funkcie modelovania pohybu cez terén, modelovania izotropných a anizotropných nákladových povrchov. Zdá sa výhodné využívať IDRISI v aplikáciách, ktoré vyžadujú zohľadniť priestorové šírenie javov, ktoré nie sú obmedzené iba na pohyb v presne vymedzenej vektorovo chápanej sieti. Silné analytické nástroje, a napriek tomu pomerne jednoduché zvládnutie práce so systémom, robia tento produkt veľmi perspektívnym a široko využiteľným.

V prípade sieťových aplikácií je optimálne použitie vektorovo orientovaných GIS-ov. Pri vektorových údajových modeloch je možnosť tvorby komplexnej topológie, charakteristiky spojitosti, vkladania grafiky, atribútov ap.

Modul Network Analysis produktu ARC/INFO zahrňuje komplexné možnosti analýzy sietí. Umožňuje:

- nájdenie najkratšej cesty,
- riešiť úlohu obchodného cestujúceho,
- modelovanie distribúcie zásob v rámci priestorovej siete a stanovenie servisných zón,
- priradovanie adries,
- analýzu spojitosti siete.

Okrem toho má funkcie na gravitačné modelovanie a výpočet priestorovej interakcie objektov. Je výhodný aj pri analýzach cestných sietí, kde je možnosť definovania rozličných atribútov prvkov siete (obmedzenie rýchlosti na cestách, zákaz odbočenia ap.) a dajú sa tak modelovať a riešiť mnohé reálne situácie.

Modul je využiteľný na sledovanie a analýzu postupu a pohybu javov obmedzených v presne určenej sieti (bez možnosti prístupu alebo zohľadnenia vplyvu okolia prvkov siete, ako to napr. umožňuje IDRISI). Istým problémom použitia tohto programu je časová náročnosť zvládnutia práce v operačnom systéme UNIX na rozdiel od platformy WINDOWS.

Záver

Prínos našej práce s danou problematikou spočíva podľa nášho názoru v tom, že sme si vytvorili určitý komplexný pohľad na sledovanú problematiku, zistili aké sú možnosti využitia technológií GIS pri hodnotení vzdialenostných a sieťových charakteristík územia, zrealizovali sme proces tvorby údajovej bázy a odskúšali a "odladili" konkrétne metodické postupy analýz i možnosti kartografickej prezentácie výsledkov.

V závere môžeme konštatovať, že v domácej literatúre chýba práca s komplexným zameraním na problematiku analýz geografických sietí v kontexte technológie GIS. Slabá koordinácia prác pri budovaní informačných systémov, najmä makroregionálneho rozsahu, spolu s absenciou vhodných údajových báz, s rozličnými údajovými formátmi a programovým vybavením značne sťažujú získavanie podkladových údajov pre danú oblasť analýz. Vysoká finančná náročnosť riešení na kľúč tento problém tiež nerieši. Z toho aj vyplýva nevyužívanie príslušných programových modulov v praxi. Ostáva nám veriť, že v budúcnosti sa táto situácia zlepší.

Podakovanie: Touto cestou ďakujeme pracovníkom Slovenskej správy ciest v Bratislave, menovite vedúcemu Útvaru cestnej databanky Ing. J. Šedivému, CSc., Ing. A. Szebényiovej, CSc. a Ing. G. Gušťačíkovej, ako aj riaditeľovi firmy GeolInfo Data Ing. P. Kružliakovi za poskytnutie údajov.

Literatúra

KOLÁŘ, J. (1997). *Geografické informační systémy*. Praha, ČVUT.

SZABOVÁ, M. (1998). *Aplikácia vzdialenostných a sieťových analýz na vybranom území pomocou nástrojov GIS*. Diplomová práca. Bratislava, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave. 160 s.

TUČEK, J. (1996). *Geografické informačné systémy*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene. 186 s.

TUČEK, J., PACOLA, E. (1996). *Školenie GIS IDRISI, časť 4 Analýza vzdialenosti*. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky.

S u m m a r y

Distance and network analysis - analytical tools for GIS

Distance analysis in GIS usually indicate spatial analysis of distance measurements of raster format data. Network analysis term pertains to analysis of interconnected line vector objects, which generate graph in the sense of graphs theory.

Distance analysis

Understanding the term distance is pivotal in this type of analysis. Euclidean projection distance (linear) accumulates equally in all directions of movements from the source point. Growing values of distance create so called distance surface. While modelling the movement through real landscape we must know the terrain distance calculated using landscape model. Analysis of cost (assessed) distances enables to take into account barriers and friction against movement in different directions, eventually to different areas of space.

Distance is calculated using frictional (raster) surface, where individual cells express level of difficulties or incurred costs necessary for movement through it. Values resulting into isotropic surface express distance of each cell from the source in unit 'costs' in relation to values in input friction surface, while distance in the direction from the source increases unequally. Most complex approach to modelling of assessed distances is facilitated by anisotropy friction surfaces, which are taking into account the magnitude and direction of resistance effects, costs to overcome the given cell and direction of progress through this cell while in motion from the initial object.

Network analysis

Analysis of connection network are based on the identification of connection between particular elements of network. Analysis of connection is the starting point of network - load modelling, which can monitor the flow through interconnection of network, or the volume of transported quantity. An optimal path in network is achieved using several algorithms, of which various modification of Dijkstra are most frequently used. Optimal path calculation is based on impedance (value of resistance, costs) of edge-lines and network nodes. Programme modules facilitate the user his own definition order of visiting particular stops on route or identification of most effective order of stop visits (role of salesman). Modelling of supply distribution in spatial network and determination of servicing zones is resolved by allocation analyses of spatial interaction, in the formation of different types of gravity and potential models.

Application of distance and network analysis

In the area of application of distance and network analysis, we concentrated on analysis of transport and settlement system of model area (district Trnava). Aim was to master methodical procedures in selected products of GIS and comparing their disposability for given types of analysis. Application included classical geographical analysis (calculation of mean centre of settlements, road density, accessibility of settlements) and aggregate of other cartographic models of distance and network characteristics (izochores of settlements and road connections, Thiessen's polygons, allocation of hinterland to population centres, modelling of offer and demand for labour force, spatial layout of settlements, allocation analysis in road network, calculation of induced population potential and spatial interaction of settlements).

From number of applications we selected as an example solving of problem pertaining to finding the optimal route completed in the environment GIS IDRISI on basis of raster spatial structure data (Fig. 1-3) and in the environment module NETWORK Analysis programme ARC/INFO on vector basis (Fig. 4).

Evaluation of analytical tools of used programmes GIS

Central technologies were programmes IDRISI and ARC/INFO. IDRISI, which was oriented on work with raster, seems to be useful in applications which require to take into account spatial spread phenomenon's, which are not restricted only to movement in exactly determined network understood as a vector. In case of optimal network applications, use of Network Analysis ARC/INFO module, which includes complex possibilities of network analysis and it is possible to model and solve many real situations associated with it.

Concluding statements

In domestic literature work with comprehensive orientation to problems of analysis of geographical networks in the context of GIS technology is missing.

Weak co-ordination of work, while constructing information systems, mostly of macroregional extent and absence of suitable data base are causing problems while acquiring background data source for given area of analysis as well as for utilising appropriate programme modules in practice.

Lektoroval:

Doc. RNDr. P. Korec, CSc.,

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského,

Bratislava