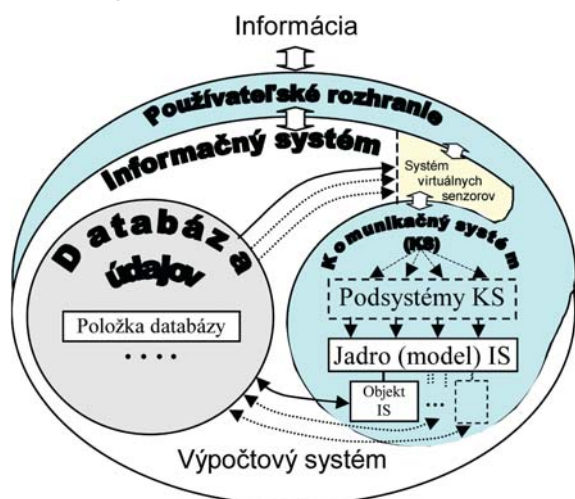


3D geografické informačné systémy (1)

Branislav Sobota, Ondrej Klein, Ján Perháč, Csaba Szabó, Marek Andričik

Úvod

Informačný systém (IS) je súbor ľudí, metód a technologických prostriedkov zabezpečujúcich zber, prenos, distribuovanie, uchovávanie a spracúvanie dát s cieľom tvorby a poskytovania informácií podľa potreby príjemcov informácií činných v systémoch riadenia. V rámci toho má hodnota informácie, resp. dokumentu, ktorý ju obsahuje, významnú, ba až strategickú úlohu.



Obr.1 Naviazanie informačného systému a výpočtového systému

Vychádzajúc z obr. 1 tvorí jadro komunikácie IS komunikačný systém. V princípe používa IS tri komunikačné kanály: dva vonkajšie a jeden interný. Interný kanál slúži na komunikáciu medzi jednotlivými modulmi IS, prípadne časťami IS, ak ide o distribuovaný IS na báze počítačovej siete (velmi častý prípad dnes). Ostatné dva kanály slúžia na priamu a nepriamu komunikáciu s objektmi organizácie, ktorá IS prevádzkuje. Pri priamej komunikácii dochádza k priamej interakcii s ľudským činiteľom. Pri nepriamej komunikácii je možné napr. sledovanie dochádzky či dokonca riadenie výrobného procesu na úrovni napr. robotizovaných pracovísk. Z hľadiska komunikácie je väčšina súčasných IS riadená udalosťami. Z hľadiska štandardov sa podľa pôvodu udalosti (aplikácia (IS) alebo používateľ) definujú tri spôsoby prijímania údajov:

- **event (udalosť)** – práca používateľa a aplikácie (IS) je relatívne asynchrónna; používateľ generuje vstupy (napr. pohybuje myšou), tie sa ukládajú do schránok a aplikácia (IS) ich odtiaľ v prípade potreby vy-zdvihne;
- **sample (vzorkovanie)** – práca používateľa a aplikácie (IS) je asynchrónna; aplikácia (IS) len vzorkuje stav vstupného zariadenia, na reakciu používateľa sa však nečaká;
- **request (žiadosť)** – práca používateľa a aplikácie (IS) je synchronná; aplikácia (IS) žiada v prípade potreby vstupný údaj a čaká na používateľov vstup.

Základom každého IS je kvalitný výpočtový systém s príslušným operačným systémom, ktorý môže byť dedikovaný alebo nededikovaný pre potreby nadstavbového IS. Z hľadiska budúcnosti sa veľmi perspektívnou javí komunikácia medzi používateľom IS a samotným IS pomocou prostriedkov virtuálno-reálnych systémov.

Geografický informačný systém (GIS) v najširšom slova zmysle je informačný systém navrhnutý na prácu s dátami, ktoré reprezentujú priestorové alebo geografické súradnice. Poskytujú možnosť znázorňovať realitu pomocou rozličných mapových reprezentácií (napríklad topo-

grafické, geologické, vegetačné a iné mapy). Tieto dáta možno ďalej analyticky a štatisticky vyhodnocovať a vytvárať na základe nich modely a prognózy ďalšieho vývoja. Takisto možno GIS charakterizovať aj ako špecializovaný prípad všeobecného IS, definovaný ako organizovaný súbor počítačového hardvéru a softvéru a geografických údajov, navrhnutý s cieľom efektívneho získavania, ukladania, editácie, obhospodarovania, analyzovania a zobrazovania všetkých foriem geografických informácií. Vo všeobecnosti je to druh priestorovo orientovaného IS. V GIS-e sa zdôrazňuje význam navrhnutej organizovanej databázy a z nej vyplývajúcej dobrej inventarizácie, archivácie a prezentácie údajov, pričom tieto činnosti možno funkčne prepojiť s dátami z rôznych odvetví na základe priestorového vymedzenia. Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že GIS systémy sú vhodné len pre mestské aglomerácie. Vzhľadom na svoju komplexnosť a prípadný 3D grafický interfejs sa však hodí aj pre potreby stredných a veľkých firiem rozkladajúcich sa na väčšom území a s väčším počtom budov, resp. iných objektov. Navyše z manažérskeho hľadiska sa GIS od ostatných IS odlišuje hlavne možnosťou priestorovej analýzy a syntézy poznatkov s modelovaním údajov vzhľadom na vymedzený geopriestor. Navyše pri vhodnej vizualizácii sa k niektorým problémom podniku môžu vyjadrovať aj osoby na rôznej úrovni kompetencie, prípadne pri použití elektronickej komunikácie napr. aj na rôznych miestach planéty. Prípadné aplikačné programové vybavenie by malo pochopiť, rozoznať a presne reprezentovať geografickú informáciu, čiže presný priestorový vzťah medzi objektmi. Výraz GIS tiež naznačuje, že GIS musí fungovať ako informačný systém, čiže jeho používateľ by mal mať možnosť spýtať sa na informácie podanej mapou a dostať ďalšie negrafické informácie. Zatiaľ čo v dnešných IS sú jednotlivé údaje grafickej časti IS vedené výlučne vo vektorovej forme, či už ako číselné alebo dokonca nečíselné vektorové katastrálne mapy, v GIS druhej generácie (3D GIS) by mali byť k dispozícii aj 3D objekty. Navyše okrem schopnosti informácie ukladať sa do popredia dostáva schopnosť rýchlo, presne a ľahšie vyhľadať informácie. Už dnes je bežnou rutinou vyhľadávanie špecifických údajov a ich kombinácií pomocou geografických informačných systémov, nakoľko takto vyhľadané a zobrazené údaje sú pre človeka prezentované najprirodzenejším spôsobom - graficky. Jedným z praktických príkladov je v súčasnosti používanie navigačných GPS. Dôležité to je či už v zmysle zvyšovania efektivity práce jednotlivých zamestnancov, alebo v zmysle zefektívnenia činností spojených so spracovaním alebo posky-



Obr.2 Navigačný systém GPS

tovaním údajov pre riadiace zložky, zamestnancov, štátnu správu, ale aj pre širokú verejnosť, fyzické a právnické osoby.

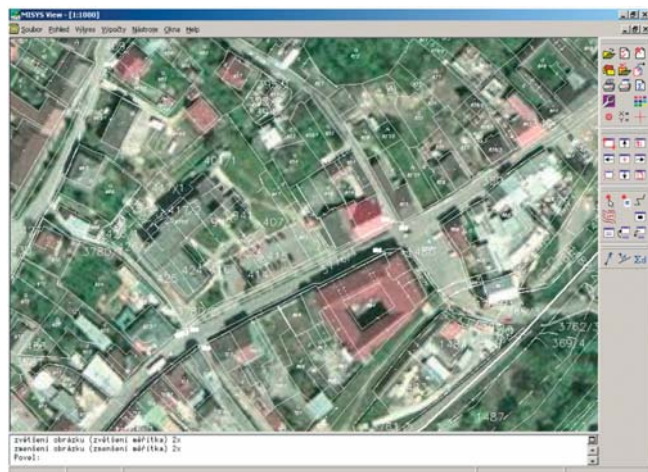
1. Mapy, súradnice, štandardy

Základom GIS je väčšinou mapa, najčastejšie vektorová (ďalej VKM). Zmeny v súbore grafických informácií sa vykonávajú číselne. Tento aktualizovaný zoznam súradníc podrobných bodov obsahuje register súradníc (ďalej RES). Pod VKM rozumieme grafický súbor obsahujúci mapu vo vektorovom tvare v grafickom programovom systéme. VKM vzniká priamym meraním predmetov v teréne (geodeticky alebo fotogrametricky) alebo digitalizáciou (vektorizáciou) existujúcej mapy. Základná územno-technická jednotka na vedenie VKM závisí od potreby organizácie. Napr. pre kataster nehnuteľností to je katastrálne územie obce. Prvky obsahu VKM sú usporiadané najčastejšie vo vrstvách. Toto členenie je potom záväzná pre jednotný systém zberu a správy VKM, ako aj komunikáciu s inými systémami využívajúcimi polohovú lokalizáciu.

Z hľadiska tvorby VKM, t. j. vstupu do GIS je základom najčastejšie geometrický plán. Ten je grafickým znázornením umiestnenia objektov, ktoré vzniknú zlúčením alebo rozdelením objektu a vyjadruje stav pred zmenou a po nej s uvedením doterajších identifikačných atribútov objektu a pod. Geometrický plán môže byť vyhotovený na rôzne účely. Vyhotovenie takéhoto podkladu (geometrického plánu) na zmenu údajov v súbore grafických informácií vyžaduje od jeho zhotoviteľa vykonanie týchto činností:

- Vyžiadanie a prevzatie aktuálnych údajov z IS: grafické, opisné a geodetické údaje, teda body základného polohového bodového poľa, podrobného polohového bodového poľa, grafické znázornenie doterajšieho stavu – elektrografickú kópiu z mapy a prípadné ďalšie doplnkové údaje o objektoch.
- Meranie v teréne – závisí hlavne od náročnosti meranej skutočnosti a od stavu siete základného a podrobného polohového poľa. Osoba vykonávajúca geodetické a kartografické činnosti je povinná postupovať podľa predpisov.
- Spracovanie dokumentácie výsledkov merania – táto činnosť zahŕňa hlavne spracovanie záznamu podrobného merania zmien (ZPMZ), najmä zoznamu súradníc novourčených podrobných bodov. Samozrejme súčasťou tejto dokumentácie je aj grafické vyhotovenie geometrického plánu.

Čo sa týka aktualizácie súboru grafických informácií, treba spomenúť, že ako sa aktualizuje mapa na základe podkladov geodetických a kartografických činností, tak treba aktualizovať aj pridružené údaje, či už grafické alebo negrafické. Napr. pri katastri nehnuteľností ide o mapu určeného operátu (právneho stavu), aj keď tá vzniká prakticky len digitalizáciou rastrových podkladov zhotovených skenovaním pôvodných analógových máp. Aktualizáciu grafických informácií možno v zmysle rozsahu rozdeliť na niekoľko variantov, a to na varianty celkového prepracovania grafických podkladov v územno-technickej jednotke, prípadne na varianty aktualizácie iba časti takejto jednotky.



Obr.3 Ukážka zobrazenia grafických aj negrafických údajov

Na jar roku 2000, na žiadosť európskej komisie prijala subkomisia IAG pre Európu (ďalej len EUREF) rezolúciu, ktorou definovala európsky priestorový referenčný systém (European Spatial Reference System – ESRS). ESRS je definovaný európskym terestrickým referenčným systémom (ďalej ETRS89) a európskym vertikálnym GPS referenčným systémom (ďalej EVRS2000). Tie sú v súčasnosti základným referenčným systémom pre všetky geodetické práce a GIS údaje celoeurópskych projektov. Rovnako iniciatíva INSPIRE definuje základný súradnicový systém ETRS89, preto je vhodné vytvoriť základnú bázu GIS v súlade s týmito odporúčaniami. Zavádzanie štandardných riešení sa stáva nevyhnutným predpokladom efektívneho fungovania zložitých a rozsiahlych informačných systémov s cieľom technickej a údajovej kompatibility podporujúcej vzájomnú výmenu informácií na národnej a medzinárodnej úrovni.

2. Dostupné prostriedky, technológie a metódy

Na tvorbu GIS sú potrebné softvérové prostriedky v prvom rade všeobecného charakteru, napr. operačné systémy, systémy riadenia bázy dát SRBD (či už relačné alebo objektovo orientované) a grafické konštrukčné programové systémy – úroveň CAD. Ich hlavným významom je navrhovanie a konštrukcia (kreslenie) 2D a 3D objektov. Pre GIS sú u nás rozšírené dva najznámejšie CAD produkty:

- AutoCAD; výrobca Autodesk Ltd., USA,
- MicroStation; výrobca Bentley Inc. (v rokoch 1987 – 1994 spoločne s fy Intergraph Corp., USA).

V druhom rade ide o špecializovaný geoinformačný softvér:

- programy na automatizované mapovanie (AM, CAM), napr. MicroStation + nadstavby:
 - TerraModeler – aplikácia na modelovanie terénu (z nameraných údajov, graficky alebo zo súradníc XYZ),
 - I/RAS B, I/RAS C – program na manuálnu vektorizáciu rastrov,
 - I/GEOVEC, I/RAS Engineer – nadstavby nad MS i I/RAS B na polautomatizovanú podporu vektorizovania rastrov,
 - Descartes – editácia, správa a konverzia rastrov, ImageStation, Kokeš,
- programy na informačné spracovanie technických sietí (FM), napr. FRAMME (Intergraph) alebo SRP.

Väčšina súčasných GIS vrátane takých, ako ARC/INFO, System 9 a Geo/SQL, má vo svojej architektúre relačný databázový systém. Niektoré ho využívajú iba na ukladanie atribútov a na prácu s polohovými údajmi používajú vlastný softvér (duálne systémy), iné využívajú relačný DB systém pre obe skupiny údajov (integrovane systémy).

Duálne systémy, ako ARC/INFO a Geo/SQL, sú príklady systémov, v ktorých sa využíva RDBMS (relačné SRBÚ) na prácu s atribútovými údajmi a jeho prepojenie k vlastnému softvéru na prácu s polohovými údajmi.

V poslednom čase sa zdôrazňuje potreba logického vylepšenia duálnych architektúr poskytnutím prepojenia na externé RDBMS a otvorené GIS s prenosom do počítačových sietí (OpenGIS) – iniciatíva stelesňovaná konzorciom OpenGIS (<http://www.opengis.org/>) alebo <http://www.opengeospatial.org/>). Jeho koncept môžeme špecifikovať ako „plnú a voľnú integráciu priestorových dát a zdrojov na ich spracovanie v distribuovanom prostredí národnej a medzinárodnej (svetovej) komunity pre geodáta a geografické analýzy“.

V budúcej časti si pohovoríme o polygonálnom modelovaní ako o technológii GIS, o laserovom skenovaní terénu, spôsoboch 3D modelovania a vizualizácii, grafickom softvéri. V ďalšej kapitole o vnútornej reprezentácii si pohovoríme o častiach 3D informačného systému, mapách, terénoch, senzoroch, objektoch, budovách a o vizualizácii a prezentácii.

Literatúra

- [1] Zákon č. 162/1995 Z. z. Národnej rady Slovenskej republiky z 27. júna 1995 o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam (katastrálny zákon)

- [2] ÚGKK SR: Smernice na vyhotovovanie geometrických plánov a vytyčovanie hraníc pozemkov, S 74.20.73.43.00 (Bratislava 1999)
- [3] ÚGKK SR: Metodický návod na tvorbu základnej bázy údajov pre geografický informačný systém v rastrovej forme, MN 74.20.73.22.12 (Bratislava 1995)
- [4] Smernice UGKK 3-875/1993, GK-1240/1994 a GK-1570/1994 na prevádzkovanie AIS GKK
- [5] Komora geodetov a kartografov: Slovenský geodet a kartograf (bulletin komory geodetov a kartografov), roč. X, č. 4 a roč. XI, č. 1. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, ISSN 1335-4019
- [6] Vyhláška úradu geodézie, kartografie a katastra SR č. 79/1996 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam (katastrálny zákon) v znení neskorších predpisov
- [7] Zákon č. 293/1992 Zb. o úprave niektorých vlastníckych vzťahov k nehnuteľnostiam v znení neskorších predpisov
- [8] Zákon č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii
- [9] Webová stránka OpenGIS konzorcia.
URL: <<http://www.opengis.org/>>
- [10] Webová stránka Vojenského kartografického ústavu.
URL: <<http://www.vku.sk/>>
- [11] Webová stránka firmy Geodis. URL: <<http://www.geodis.sk>>
- [12] Webová stránka firmy iQvolution.
URL: <<http://www.iqservices.sk/technologie.html>>
- [13] Webová stránka firmy Gamo.
URL: <<http://www.gamo.sk/GAMO/web/home.nsf/>>
- [14] Webová stránka firmy 3Dprojekt.
URL: <<http://www.3dprojekt.sk/>>
- [15] Webová stránka firmy BGS distribution.
URL: <<http://www.bgsdistribution.sk/>>
- [16] SketchUp home page, 2008. URL: < <http://www.sketchup.com/>>
- [17] Webová stránka firmy Slovakia Supercomputers, 2008.
URL: <<http://www.supercomputers.sk/>>
- [18] TUČEK, J.: Geografické informační systémy. Praha: Computer Press 1998. ISBN 807226091X.
- [19] SOBOTA, B.: Počítačová grafika. TU Košice CTT-ICV v rámci projektu PROQUA, Košice 2000, 185 s. ISBN 80-7099-514-9.
- [20] SOBOTA, B., STRAKA, M., SOBOTOVÁ, D.: 3D rozhranie informačného systému. Informatika a informačné technológie I&IT '04. Banská Bystrica 10. – 11. 9. 2004. Banská Bystrica, Katedra Informatiky FPV UMB Banská Bystrica a vydavateľstvo Banská Bystrica: Bratia Sabovci 2004. s. 52 – 56. ISBN 80-8083-017-7.
- [21] VOKOROKOS, L., PERHÁČ, J., KLEINOVÁ, A.: Parallel Computer System Utilization in Data Visualization Informatics' 2007. Bratislava: 2007. ISBN 978-80-969243-7-0.
- [22] SOBOTA, B., STRAKA, M., HLINKA, F., PERHÁČ, J.: Parallel processing of visualization of 3D virtual map project. MOSMIC 2007 – Modeling and Simulation in Management, Informatics and Control. Žilina 15. 10 – 16. 10. 2007, Fakulta manažmentu, riadenia a informatiky, Žilinská univerzita v Žiline, 2007. s. 9 – 14. ISBN 978-80-8070-807-8.

Pokračovanie v budúcom čísle.

Ing. Branislav Sobota, PhD.

47

**Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra počítačov a informatiky
Letná 9, 04020 Košice
e-mail: branislav.sobota@tuke.sk**